

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-306886

(43)Date of publication of application : 21.11.1995

(51)Int.Cl.

G06F 17/50
H01L 21/82
H01L 21/3205

(21)Application number : 06-296469

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 30.11.1994

(72)Inventor : MIURA HIROSHI
ARIYAMA MASATO
IIDA KAZUYUKI
IWAHARA KAZUFUMI
OKANO MITSUNOBU
ORIYARA HIROYUKI
KATSUMATA AKIRA
SAKATA TOSHIYASU
NISHIMURA MASAHARU
HAMAMURA HIROSHI
MURAKAMI NAOKI
YASUDA MITSURU
YAMASHITA HIROTOMO
YAMADA RYOJI
YAMANE ATSUSHI

(30)Priority

Priority number : 06 49109

Priority date : 18.03.1994

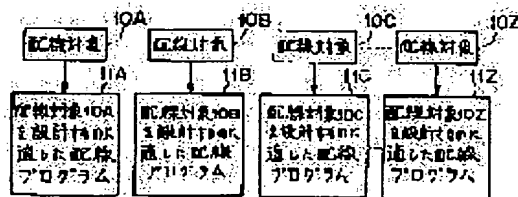
Priority country : JP

(54) METHOD AND DEVICE FOR GENERATING WIRING PROGRAM METHOD AND DEVICE FOR GENERATING ARRANGEMENT PROGRAM, AND METHOD AND DEVICE FOR AUTOMATIC WIRING

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable automatic wiring with high density by securely finding optimum solutions of automatic wiring and automatic arrangement at a high speed and improving the wiring rate, and shortening the time of a search for a wiring route and increasing the number of searches in a certain time.

CONSTITUTION: While wiring performance is evaluated, wiring methods are selected by an interactive method and wiring processing procedures are assembled to generate wiring programs 11A-11Z; and component arranging processing procedures specified with arrangement control information are combined to generate an arrangement program. Further, the straight line between adjacent component points is defined as a chord, a wave of maze-method wiring is generated from the start point to the end point of the wiring route and propagated between adjacent chords, the positions of



BEST AVAILABLE COPY

the chords that the wave passes until the wave reaches the end point are stored in order, and once the wave reaches the end point, the wiring route of the wiring pattern is determined tracing back the position of the chords that the wave has passed from the end point to the start point.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3192057

[Date of registration] 25.05.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-306886

(43)公開日 平成7年(1995)11月21日

(51)Int.Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
G 0 6 F 17/50
H 0 1 L 21/82
21/3205

7623-5L

G 0 6 F 15/ 60

3 7 0 P

H 0 1 L 21/ 82

C

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 27 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-296469

(22)出願日 平成6年(1994)11月30日

(31)優先権主張番号 特願平6-49109

(32)優先日 平6(1994)3月18日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 三浦 弘

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 有山 真人

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 飯田 一幸

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 真田 有

最終頁に続く

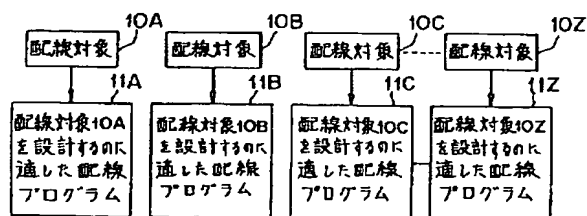
(54)【発明の名称】 配線プログラム生成方法及びその装置並びに配置プログラム生成方法及びその装置並びに自動配線方法及びその装置

(57)【要約】

【目的】 本発明は、配線プログラムや配置プログラムの生成方法及び生成装置並びに自動配線方法及びその装置に関し、自動配線や自動配置の最適解を確実かつ高速に見出し配線率の向上をはかるほか、配線ルートの探索時間を短縮し一定時間内の探索件数を増加させて高密度の自動配線を実現することを目的とする。

【構成】 配線性を評価しながら会話形式で配線手法を選択し配線処理手順を組み立てて配線プログラム11A～11Zを生成するほか、配置制御情報により指定した部品配置処理手順を組み合わせる配置プログラムを生成する。また、隣接部品ピン間の直線を弦として定義し、配線ルートの始点から終点へ向け迷路法配線の波を発生し、波を隣接する弦間で伝搬させ、波が始点から終点に到達するまでに通過した弦の位置を順に記憶し、波が終点に到達すると終点から始点に向け波の通過した弦の位置を逆行して配線バタンの配線ルートを決める。

第1の発明の原理説明図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の配線設計データに基づいて配線処理手順を組み立てて配線プログラムを生成する配線プログラム生成方法であって、配線性を評価しながら会話形式で配線手法を選択することにより配線処理手順を組み立て、前記配線プログラムを生成することを特徴とする、配線プログラム生成方法。

【請求項 2】 前記所定の配線設計データに基づいて実装設計を行なう段階で前記配線手法の選択を行ない、前記配線処理手順を前記実装設計の結果として組み立てることを特徴とする、請求項 1 記載の配線プログラム生成方法。

【請求項 3】 前記配線手法が、複数種類の配線基本関数として予め用意されていることを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載の配線プログラム生成方法。

【請求項 4】 前記配線手法の選択時に、配線制御言語により配線処理手順を指定することを特徴とする、請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載の配線プログラム生成方法。

【請求項 5】 前記配線制御言語として、配線対象情報、配線場所情報、配線条件情報、配線順序情報を指定することを特徴とする、請求項 4 記載の配線プログラム生成方法。

【請求項 6】 所定の配線設計データに基づいて配線処理手順を組み立てて配線プログラムを生成するための配線プログラム生成装置であって、前記所定の配線設計データに基づき配線手法に応じた配線性を評価する配線性評価手段と、該配線性評価手段による評価結果を表示する表示手段と、

配線手法を選択する選択手段とがそなえられ、該表示手段に表示された前記評価結果を参照しながら会話形式で該選択手段により配線手法を選択して配線処理手順を組み立て、前記配線プログラムを生成することを特徴とする、配線プログラム生成装置。

【請求項 7】 前記所定の配線設計データに基づいて実装設計を行なう段階で、該選択手段による前記配線手法の選択を行ない、前記配線処理手順を前記実装設計の結果として組み立てることを特徴とする、請求項 6 記載の配線プログラム生成装置。

【請求項 8】 前記配線手法が、複数種類の配線基本関数として予め用意されていることを特徴とする、請求項 6 または請求項 7 に記載の配線プログラム生成装置。

【請求項 9】 該選択手段による前記配線手法の選択時に、配線制御言語により配線処理手順を指定する指定手段がそなえられていることを特徴とする、請求項 6 ～8 のいずれかに記載の配線プログラム生成装置。

【請求項 10】 該指定手段が、前記配線制御言語として、配線対象情報、配線場所情報、配線条件情報、配線

順序情報を指定することにより配線処理手順を指定することを特徴とする、請求項 9 記載の配線プログラム生成装置。

【請求項 11】 所定の設計データに基づいて複数の部品を配置対象領域内に配置するに際して、該所定の設計データおよび該配置対象領域に応じて、配置制御情報により部品配置処理手順を指定し、指定した該部品配置処理手順を組み合わせ、該複数の部品を該配置対象領域に自動配置するための配置プログラムを生成することを特徴とする、配置プログラム生成方法。

【請求項 12】 前記配置制御情報として、配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報、グループ配置順序情報を指定することを特徴とする、請求項 11 記載の配置プログラム生成方法。

【請求項 13】 所定の設計データに基づいて複数の部品を配置対象領域内に自動配置する配置プログラムを生成するための配置プログラム生成装置であって、該所定の設計データおよび該配置対象領域に応じて、配置制御情報により部品配置処理手順を指定する指定手段がそなえられ、

該指定手段により指定した該部品配置処理手順を組み合わせ、該複数の部品を該配置対象領域に自動配置するための配置プログラムを生成することを特徴とする、配置プログラム生成装置。

【請求項 14】 該指定手段が、前記配置制御情報として、配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報、グループ配置順序情報を指定することを特徴とする、請求項 13 記載の配置プログラム生成装置。

【請求項 15】 多数の部品ピンを有する配線板上に配線ボタンを自動的に配線すべく、該配線ボタンの配線ルートを決する自動配線方法であって、隣接する該部品ピン間を結んだ直線を弦として定義し、該配線ルートの始点から終点へ向けて迷路法配線の波を発生し、該波を隣接する前記弦の間で伝搬させ、該波が該始点から該終点に到達するまでに通過した前記弦の位置を順に記憶し、該波が該終点に到達すると、該終点から該始点に向け該波の通過した前記弦の位置を逆行して、該配線ボタンの配線ルートを決することを特徴とする、自動配線方法。

【請求項 16】 該波を隣接する前記弦の間で伝搬させる際に、当該弦をなす該部品ピン間の容量に基づいて該配線ボタンの通過の可否を判定することを特徴とする、請求項 15 記載の自動配線方法。

【請求項 17】 今回の該波の伝搬により当該弦上を通過させる配線ボタンの線幅と今回までに当該弦上の通過を許可した配線ボタンの線幅との総合計幅を算出し、

10

20

30

40

50

該総合計幅と当該弦をなす該部品ピン間の距離とを比較し、

前記距離よりも前記総合計幅の方が小さい場合に、該配線パタンの通過を許可することを特徴とする、請求項 1 6 記載の自動配線方法。

【請求項 1 8】 前記弦上を複数の配線ボタンが通過することを許可した場合、各配線パタンの当該弦上の通過位置を、当該弦上の相対的位置として記憶することとを特徴とする、請求項 1 7 または請求項 1 8 に記載の自動配線方法。

【請求項 1 9】 隣接する前記弦上を少なくとも 2 つの配線ボタンが通過する場合、隣接する前記弦上での各配線パタンの相対的位置に基づいて、配線パタンの交差を判定することを特徴とする、請求項 1 8 記載の自動配線方法。

【請求項 2 0】 該配線板上における該配線パタンの配線ルートを全て決定した後、前記弦上を通過する該配線ボタンを該部品ピン間で均等に配線することとを特徴とする、請求項 1 8 または請求項 1 9 に記載の自動配線方法。

【請求項 2 1】 多数の部品ピンを有する配線板上に配線ボタンを自動的に配線すべく、該配線パタンの配線ルートを決定するための自動配線装置であって、隣接する該部品ピン間を結んだ直線である弦の位置情報を、該部品ピンの位置情報に基づいて作成する弦情報作成手段と、該配線ルートの始点から終点へ向けて迷路法配線の波を発生し、該弦情報作成手段により作成された前記弦の情報に基づいて該波を隣接する前記弦の間で伝搬させ、該波が該始点から該終点に到達するまでに通過した前記弦の位置を順に記憶し、該波が該終点に到達すると、該終点から該始点に向け該波の通過した前記弦の位置を逆行して、該配線パタンの配線ルートを決定する迷路配線制御手段とがそなえられていることを特徴とする、自動配線装置。

【請求項 2 2】 該迷路配線制御手段により該波を隣接する前記弦の間で伝搬させる際に、当該弦をなす該部品ピン間の容量に基づいて該配線パタンの通過の可否を判定する通過可否判定手段がそなえられていることを特徴とする、請求項 2 1 記載の自動配線装置。

【請求項 2 3】 該通過可否判定手段が、今回の該波の伝搬により当該弦上を通過させる配線パタンの線幅と今回までに当該弦上の通過を許可した配線パタンの線幅との総合計幅を算出する加算手段と、該加算手段により算出された該総合計幅と当該弦をなす該部品ピン間の距離とを比較する比較手段と、該比較手段による比較の結果、前記距離よりも前記総合計幅の方が小さい場合に、該配線パタンの通過を許可する判定手段とから構成されていることを特徴とする、請求項 2 2 記載の自動配線装置。

【請求項 2 4】 該通過可否判定手段により前記弦上を複数の配線ボタンが通過することを許可した場合、各配線パタンの当該弦上の通過位置を、当該弦上の相対的位置として記憶することを特徴とする、請求項 2 2 または請求項 2 3 に記載の自動配線装置。

【請求項 2 5】 隣接する前記弦上を少なくとも 2 つの配線ボタンが通過する場合、隣接する前記弦上での各配線パタンの相対的位置に基づいて、配線パタンの交差を判定する交差判定手段がそなえられていることを特徴とする、請求項 2 4 記載の自動配線装置。

10

【請求項 2 6】 該配線板上における該配線パタンの配線ルートを該迷路配線制御手段により全て決定した後、前記弦上を通過する該配線ボタンを該部品ピン間で均等に配線する均等割付手段がそなえられていることを特徴とする、請求項 2 4 または請求項 2 5 に記載の自動配線装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】 (目次)

産業上の利用分野

20

従来の技術 (図 3 3 ~ 図 3 6)

発明が解決しようとする課題 (図 3 3 ~ 図 3 6)

課題を解決するための手段 (図 1 ~ 図 6)

作用 (図 1 ~ 図 6)

実施例

(A) 第 1 実施例における配線プログラム生成手法の説明 (図 7 ~ 図 1 5)

(B) 第 1 実施例における配線プログラム生成手法の変形例の説明 (図 1 6 ~ 図 2 0)

30

(C) 第 1 実施例における配置プログラム生成手法の説明 (図 2 1 ~ 図 2 5)

(D) 第 2 実施例の説明 (図 2 6 ~ 図 3 2)

発明の効果

【0 0 0 2】

【産業上の利用分野】 本発明は、所定の配線設計データ (配線問題) に基づいて配線処理手順 (アルゴリズム) を組み立てて配線プログラムを生成する配線プログラム生成方法およびその装置や、その配線処理に際して部品の配置を行なうための配置処理手順 (アルゴリズム) を組み立てて配置プログラムを生成する配置プログラム生成方法およびその装置に関するとともに、多数の部品ピンを有する配線板上に配線ボタンを自動的に配線すべくその配線ルートを決定する自動配線方法およびその装置に関する。

40

【0 0 0 3】 近年の半導体 (LSI)、マルチチップモジュール (MCM)、プリント配線板等では、部品を高密度に実装・配置しさらに少ない信号層で短期間のうちに配線することが必要とされている。このような高密度・高性能化によるマージン (自由度) の減少に伴い、一つの固定化したアルゴリズムで多種多様な配線問題や配置問題を解決することが非常に困難になってきており、

50

高性能な自動配線技術および自動配置技術を確立する必要がある。

【0004】

【従来の技術】一般に、自動配線技術では、図33に示すように、種類の異なるプリント配線板（あるいはLSI等の半導体）100A、100B、…、100Zの配線問題（配線設計データ）に対して、ある一定の決められた配線処理手順を記述している汎用型の自動配線プログラム101で対応している。

【0005】同様に、自動配置技術では、図34に示すように、種類の異なるプリント配線板（あるいはLSI等の半導体）100A、100B、…、100Z上での部品の配置問題に対して、ある一定の決められた配置処理手順を記述している汎用型の自動配置プログラム102で対応している。また、多数の部品ピンを有する配線板上に配線ボタンを自動的に配線すべくその配線ルートを決定するための一般的な自動配線手段としては、例えば、ラインサーチ法あるいは迷路法と呼ばれるものが知られている。

【0006】ラインサーチ法では、例えば図35に示すように、プリント配線板110上において、配線ボタンを配線すべき2点が始点（部品ピン）111および終点（部品ピン）112として与えられた場合、この始点111から終点112までの配線ルートを次のようにして決定している。即ち、プリント配線板110上において、始点111から終点112に近づく適当な方向を選択し、始点111からその方向（図35に示す例では右方向）へ第1次探索ライン113を引く。

【0007】この場合、第1次探索ライン113は終点112に到達することができないので、次に、この第1次探索ライン113上の適当な位置から、第1次探索ライン113に直交し且つ終点112に近づく適当な方向（図35に示す例では下方向）へ第2次探索ライン114を引く。そして、このときも、第2次探索ライン114は、配線禁止領域（図35中で×印で示す部分）のために終点112に到達することができないので、以下、前述と同様にして、第2次探索ライン114に直交する第3次探索ライン115、この第3次探索ライン115に直交する第4次探索ライン116、この第4次探索ライン116に直交する第5次探索ライン117を、順次、一つ前のライン上の適当な位置から引くことにより、最終的に、第5次探索ライン117が終点112に到達することになる。

【0008】このように引かれた第1次探索ライン113～第5次探索ライン117により、プリント配線板110上において、始点111から終点112まで所望の配線ボタンの配線ルート（一点鎖線）118が決定される。一方、迷路法では、例えば図36に示すように、プリント配線板120上において、配線ボタンを配線すべき2点が始点（部品ピン）121および終点（部品ピ

ン）122として与えられた場合、この始点121から終点122までの配線ルートを次のようにして決定している。

【0009】即ち、迷路法では、図36に示すように、プリント配線板120上に、配線ボタンのボタン幅を基本単位としたメッシュを想定し、始点121から終点122へ向けて波を発生する。この波は、図36において各メッシュ内に丸付き数字として示すように、始点121の存在するメッシュに隣接するメッシュに①を付し、①のメッシュに隣接するメッシュに②を付し、以下同様に隣接するメッシュに順次番号を付してゆくことにより、始点121から終点122まで到達する。

【0010】図36に示す例では、終点122の存在するメッシュは、始点121から8番目のメッシュとなり⑧を付されることになる。このような波が始点121から終点122に到達するまでに経由した各メッシュは順に記憶されており、波が終点122に到達すると、終点122から始点121に向け波の経由したメッシュの位置を逆行つまりバックトレースすることにより、配線ボタンの配線ルート123が決定される。

【0011】なお、図36中においても、×印を付されたメッシュは配線禁止領域を示している。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところが、近年、急激に進展した高密度実装化および低コスト化や高速化からくる物理的・電気的な設計条件が厳しくなり、自動配線を長時間実行しても設計者が期待する最適解を見つことが困難で、未配線部分が多数残るようになってきた。

【0013】従って、図33に示すような汎用型の自動配線プログラム101を用いる自動配線技術では、配線問題（配線設計データ）が多様多様に存在するのに対して、これを解くプログラム101がある一定の限定された配線処理手順（アルゴリズム）しか記述しておらず、個々の配線問題に対する最適解を見つけれないという課題があった。

【0014】また、未配線に対して人手による配線を実施しても所定の期間内に配線処理を完了する見通しがたないため、結局、すべて人手による配線を行なっているのが現状であり、自動配線の適用率が年々低下するという課題もあった。同様に、図34に示すような汎用型の自動配置プログラム102を用いる自動配置技術でも、前述のごとく近年の基板が多様化しているのに対して、これを解くプログラム102がある一定の限定された配線処理手順（アルゴリズム）しか記述しておらず、設計者の期待に沿わない部品配置が行なわれているのが現状である。

【0015】従って、設計者の期待に沿わない部品配置に対して人手で部品配置を変更する必要があるが生じるが、人手により部品配置の変更を行なっても所定の期間内に部

品配置処理を完了する見通しがたたないため、結局、すべて人手による部品配置を行なっているのが現状であり、自動配置の適用率が年々低下するという課題があった。

【0016】一方、図35により前述したラインサーチ法では、配線ボタンを直線（探索ライン113～117、配線ルート118参照）の連続として表しているため、ボタンが通過可能かどうか判定を行なう場合には、直線の位置関係の判定のため、図形演算が必要であり、膨大な時間を消費していた。これが原因となって配線ボタンの通行ルートの探索を十分に行なえなかった。

【0017】また、図36により前述した迷路法では、基本となるメッシュをボタン幅としているため、プリント配線板120の面積が広くまたボタン幅が狭くなる毎にデータ量が膨大なものとなり、通行可能ルートを探すために経由するメッシュの数も多くなり、膨大な探索時間を必要としていた。従って、高密度に配線ボタンを配線するためには、多くの経路、多くの組合せに付いて通行ルート探索が必要であるが、高速に探索を行なえなかったため、探索できない経路が発生し、高密度配線を阻害していた。

【0018】本発明はこのような課題に鑑み創案されたもので、本発明の第1の目的は、個々の配線問題（配線設計データ）に適した個別の配線プログラムと配線結果とを容易に得ることを可能にして、高密度実装化、低コスト化から設定される厳しい設計条件下においても自動配線の最適な解を確実かつ高速に見出せるようにし配線率の向上をはかった、配線プログラム生成方法及びその装置を提供することである。

【0019】また、本発明の第2の目的は、個々の部品配置問題に適した個別の配置プログラムと配置結果とを容易に得ることを可能にして、高密度実装化、低コスト化から設定される厳しい設計条件下においても人手に頼ることなく自動配置の最適な解を確実かつ高速に見出せるようにした、配置プログラム生成方法及びその装置を提供することである。

【0020】さらに、本発明の第3の目的は、配線ルートの探索時間を短縮し、一定時間内の探索件数を増加させることにより高密度の自動配線を実現した、自動配線方法及びその装置を提供することである。

【0021】

【課題を解決するための手段】図1は第1の発明の原理説明図で、この図1において、10A～10Zはそれぞれ互いに異なる配線設計データ（互換性のない別装置の配線板の設計情報に基づく配線問題）をもつ配線対象、11A～11Zはいずれも本方法により生成された配線プログラムで、これらの配線プログラム11A～11Zは、それぞれ、配線対象10A～10Zの配線問題に対応する配線処理手順を記述するものである。

【0022】つまり、図1に示すように、第1の発明の

配線プログラム生成方法は、所定の配線設計データに基づいて配線処理手順を組み立てて配線プログラム11A～11Zを生成する際に、各種配線問題（配線対象10A～10Z）毎に、配線性を評価しながら会話形式で配線手法を選択することにより配線処理手順を組み立て、各種配線問題に対応した配線プログラム11A～11Zを生成するものである（請求項1）。

【0023】このとき、所定の配線設計データに基づいて実装設計を行なう段階で配線手法の選択を行ない、配線処理手順を実装設計の結果として組み立ててもよい（請求項2）。また、配線手法を、複数種類の配線基本関数として予め用意してもよい（請求項3）。

【0024】さらに、配線手法の選択時に、配線制御言語により配線処理手順を指定してもよく（請求項4）、この場合、配線制御言語として、配線対象情報、配線場所情報、配線条件情報、配線順序情報を指定する（請求項5）。図2は第2の発明の原理ブロック図で、この図2において、1は所定の配線設計データ（配線問題）に基づいて配線処理手順（アルゴリズム）を組み立てて配線プログラム11A～11Z（図1参照）を生成するための配線プログラム生成装置であり、本発明の配線プログラム生成装置1は、配線性評価手段2、表示手段3および選択手段4を有して構成されている。

【0025】ここで、配線性評価手段2は、所定の配線設計データに基づき配線手法に応じた配線性を評価するものであり、表示手段3は、配線性評価手段2による評価結果を表示するものであり、選択手段4は、配線手法を選択するものである。そして、配線プログラム生成装置1では、表示手段3に表示された配線性評価手段2による評価結果を参照しながら会話形式で選択手段4により配線手法を選択して配線処理手順を組み立て、配線プログラム11A～11Z（図1参照）が生成されるようになっている（請求項6）。

【0026】なお、所定の配線設計データに基づいて実装設計を行なう段階で、選択手段4による配線手法の選択を行ない、配線処理手順を実装設計の結果として組み立ててもよい（請求項7）。また、配線プログラム生成装置1においては、前述した配線手法を、複数種類の配線基本関数として予め用意しておく（請求項8）。

【0027】さらに、選択手段4による配線手法の選択時に配線制御言語により配線処理手順を指定する指定手段をそなえてもよく（請求項9）、この場合、指定手段は、配線制御言語として、配線対象情報、配線場所情報、配線条件情報、配線順序情報を指定することにより配線処理手順を指定するように構成する（請求項10）。

【0028】図3は第3の発明の原理説明図で、この図1において、5A～5Zはそれぞれ互いに異なる設計データ（互換性のない別装置の配線板の設計情報に基づく配置問題）をもつ配置対象、6A～6Zはいずれも本方

法により生成された配置プログラムで、これらの配置プログラム 6 A ~ 6 Z は、それぞれ、配線対象 5 A ~ 5 Z の配置問題に対応する配置処理手順を記述するものである。

【0029】つまり、図 3 に示すように、第 3 の発明の配置プログラム生成方法は、所定の設計データに基づいて複数の部品を配置対象領域内に配置するに際して、所定の設計データおよび配置対象領域に応じて、即ち各種配置問題（配線対象 5 A ~ 5 Z）毎に、配置制御情報により部品配置処理手順を指定し、指定した該部品配置処理手順を組み合わせて、複数の部品を配置対象領域に自動配置するための配置プログラム 6 A ~ 6 Z を生成するものである（請求項 11）。

【0030】このとき、配置制御情報として、配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報、グループ配置順序情報を指定する（請求項 12）。図 4 は第 4 の発明の原理ブロック図で、この図 4 において、7 は所定の設計データ（配置問題）に基づいて配置処理手順（アルゴリズム）を組み立てて配置プログラム 5 A ~ 5 Z（図 3 参照）を生成するための配置プログラム生成装置であり、本発明の配置プログラム生成装置 7 は、所定の設計データおよび配置対象領域に応じて配置制御情報により部品配置処理手順を指定する指定手段 8 を有して構成されている。

【0031】そして、配置プログラム生成装置 7 では、指定手段 8 により指定した部品配置処理手順を組み合わせて、複数の部品を配置対象領域に自動配置するための配置プログラム 6 A ~ 6 Z（図 3 参照）が生成されるようになっている（請求項 13）。このとき、指定手段 8 が、配置制御情報として、配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報、グループ配置順序情報を指定するように構成する（請求項 14）。

【0032】図 5 は第 5 の発明の原理説明図で、この図 5 において、12 は配線板、13、13 A、13 B は配線板 12 上の多数の部品ピン、14 は隣接する部品ピン 13（13 A、13 B）間を結んだ直線であり弦として定義されるものである。そして、第 3 の発明の自動配線方法は、隣接する部品ピン 13（13 A、13 B）間を結んだ直線を弦 14 として定義し、配線ルート 15 の始点（部品ピン）13 A から終点（部品ピン）13 B へ向けて迷路法配線の波を発生し、波を隣接する弦 14 の間で伝搬させ、波が始点 13 A から終点 13 B に到達するまでに通過した弦 14 の位置を順に記憶し、波が終点 13 B に到達すると終点 13 B から始点 13 A に向け波の通過した弦 14 の位置を逆行して、配線パタンの配線ルート 15 を決定するものである（請求項 15）。

【0033】なお、波を隣接する弦 14 の間で伝搬させる際に、当該弦 14 をなす部品ピン 13（13 A、13 B）間の容量に基づいて配線パタンの通過の可否を判定してもよい（請求項 16）。この場合、今回の波の伝搬

により当該弦 14 上を通過させる配線パタンの線幅と今回までに当該弦 14 上の通過を許可した配線パタンの線幅との総合計幅を算出し、総合計幅と当該弦 14 をなす該部品ピン 13（13 A、13 B）間の距離とを比較し、前記距離よりも前記総合計幅の方が小さい場合に配線パタンの通過を許可する（請求項 17）。

【0034】また、弦 14 上を複数の配線ボタンが通過することを許可した場合、各配線パタンの当該弦 14 上の通過位置を、当該弦 14 上の相対的位置として記憶するようにし（請求項 18）、隣接する弦 14 上を少なくとも 2 つの配線ボタンが通過する場合、隣接する弦 14 上での各配線パタンの相対的位置に基づいて、配線パタンの交差を判定する（請求項 19）。

【0035】さらに、配線板 12 上における配線パタンの配線ルート 15 を全て決定した後、弦 14 上を通過する配線ボタンを部品ピン 13（13 A、13 B）間で均等に配線してもよい（請求項 20）。図 6 は第 6 の発明の原理ブロック図で、この図 6 において、20 は多数の部品ピン 13、13 A、13 B（図 5 参照）を有する配線板 12（図 5 参照）上に配線ボタンを自動的に配線すべくその配線ルート 15（図 5 参照）を決定するための自動配線装置であり、本発明の自動配線装置 20 は、弦情報作成手段 21 および迷路配線制御手段 22 を有して構成されている。

【0036】ここで、弦情報作成手段 21 は、隣接する部品ピン 13（13 A、13 B）間を結んだ直線である弦 14（図 5 参照）の位置情報を部品ピン 13（13 A、13 B）の位置情報に基づいて作成するものである。また、迷路配線制御手段 22 は、配線ルート 15 の始点 13 A から終点 13 B へ向けて迷路法配線の波を発生し、弦情報作成手段 21 により作成された弦 14 の情報に基づいて波を隣接する弦 14 の間で伝搬させ、波が始点 13 A から終点 13 B に到達するまでに通過した弦 14 の位置を順に記憶し、波が終点 13 B に到達すると、終点 13 B から始点 13 A に向け波の通過した弦 14 の位置を逆行して、配線パタンの配線ルート 15 を決定するものである（請求項 21）。

【0037】なお、自動配線装置 20 において、迷路配線制御手段 22 により波を隣接する弦 14 の間で伝搬させる際に当該弦 14 をなす部品ピン 13（13 A、13 B）間の容量に基づいて配線パタンの通過の可否を判定する通過可否判定手段をそなえてもよい（請求項 22）。この場合、通過可否判定手段を、今回の波の伝搬により当該弦 14 上を通過させる配線パタンの線幅と今回までに当該弦 14 上の通過を許可した配線パタンの線幅との総合計幅を算出する加算手段と、この加算手段により算出された総合計幅と当該弦 14 をなす部品ピン 13（13 A、13 B）間の距離とを比較する比較手段と、この比較手段による比較の結果、前記距離よりも前記総合計幅の方が小さい場合に配線パタンの通過を許可

する判定手段とから構成する（請求項 23）。

【0038】また、前記通過可否判定手段により弦 14 上を複数の配線ボタンが通過することを許可した場合、各配線ボタンの当該弦 14 上の通過位置を、当該弦 14 上の相対的位置として記憶するようにし（請求項 24）、自動配線装置 20 に、隣接する弦 14 上を少なくとも 2 つの配線ボタンが通過する場合にその隣接する弦 14 上での各配線ボタンの相対的位置に基づいて配線ボタンの交差を判定する交差判定手段をそなえてもよい（請求項 25）。

【0039】さらに、自動配線装置 20 において、配線板 12 上における配線ボタンの配線ルート 15 を迷路配線制御手段 22 により全て決定した後に弦 14 上を通過する配線ボタンを部品ピン 13（13A, 13B）間で均等に配線する均等割付手段をそなえてもよい（請求項 26）。

【0040】

【作用】上述した本発明の配線プログラム生成方法及びその装置では、図 1、図 2 に示すように、表示手段 3 に表示された配線性評価手段 2 による評価結果を参照しながら会話形式で選択手段 4 により配線手法を選択して配線処理手順を組み立てることにより、配線対象 10A～10Z の各種配線問題毎に、その配線問題に対応した配線処理手順を記述している、カスタマイズされた専用の配線プログラム 11A～11Z が生成される（請求項 1, 6）。

【0041】このとき、所定の配線設計データに基づいて実装設計を行なう段階で選択手段 4 による配線手法の選択を行なうことにより、実装設計と並行して配線処理手順を組み立てることが可能になり、配線設計者が特に意識しなくても、実装設計の終了と同時に、配線対象 10A～10Z の各種配線問題毎に、カスタマイズされた専用の配線プログラム 11A～11Z を生成することができる（請求項 2, 7）。

【0042】また、配線手法を、複数種類の配線基本関数として予め用意しておくことにより、個々の部品配置や設計要求仕様に応じて配線基本関数を選択したり組み合わせたりすることで、カスタマイズされた専用の配線プログラム 11A～11Z を容易に生成することができる（請求項 3, 8）。さらに、選択手段 4 による配線手法の選択時に、指定手段により配線制御言語〔配線対象情報（Who）、配線場所情報（Where）、配線条件情報（How）、配線順序情報（When）〕を指定して配線処理手順を指定することで、配線が特に困難で配線基本関数の選択・組合せだけでは自動配線を行なえないような領域に対しても、最適な配線プログラム 11A～11Z を生成すること可能になる（請求項 4, 5, 9, 10）。

【0043】また、上述した本発明の配置プログラム生成方法及びその装置では、図 3、図 4 に示すように、指定手段 8 により指定した部品配置処理手順を組み合わせ

ることで、配置対象 5A～5Z 毎に、その配置問題に対応した部品配置処理手順を記述している、カスタマイズされた専用の配置プログラム 6A～6Z が生成される（請求項 11, 13）。

【0044】このとき、指定手段 8 により、配置制御情報（配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報、グループ配置順序情報）を指定して部品配置処理手順を指定することで、配置対象 5A～5Z 毎に、常に最適な配置プログラム 6A～6Z を生成すること可能になる（請求項 12, 14）。一方、上述した本発明の自動配線方法及びその装置では、図 5、図 6 に示すように、まず、弦情報作成手段 21 により、隣接する部品ピン 13（13A, 13B）間を結んだ直線が弦 14 として定義され、その弦 14 の位置情報が部品ピン 13（13A, 13B）の位置情報に基づいて作成されている。

【0045】そして、迷路配線制御手段 22 により、配線ルート 15 の始点（部品ピン）13A から終点（部品ピン）13B へ向けて迷路法配線の波を発生し、波を隣接する弦 14 の間で伝搬させ、波が始点 13A から終点 13B に到達するまでに通過した弦 14 の位置を順に記憶し、波が終点 13B に到達すると終点 13B から始点 13A に向け波の通過した弦 14 の位置を逆行することで、配線ボタンの配線ルート 15 が決定される。

【0046】従って、配線ボタン幅に依存した矩形からなるメッシュを用いることなく、配線ボタン幅よりも大きな部品ピン 13 間距離を基本単位とする弦 14 が波の伝搬対象となるので、短時間で配線ボタンの配線ルート 15 を決定することができる（請求項 15, 21）。なお、迷路配線制御手段 22 により波を隣接する弦 14 の間で伝搬させる際には、通過可否判定手段にて、当該弦 14 をなす部品ピン 13（13A, 13B）間の容量に基づいて配線ボタンの通過の可否を判定することにより、部品ピン 13 間（弦 14 上）に、配線不可能な数の配線ボタンが通過するのを防止できるほか、その通過可否の判定を短時間に行なうことができる（請求項 16, 22）。

【0047】この場合、加算手段により今回の波の伝搬により当該弦 14 上を通過させる配線ボタンの線幅と今回までに当該弦 14 上の通過を許可した配線ボタンの線幅との総合計幅を算出し、比較手段により総合計幅と当該弦 14 をなす部品ピン 13（13A, 13B）間の距離とを比較し、判定手段により前記距離よりも前記総合計幅の方が小さい場合に配線ボタンの通過を許可することで、部品ピン 13 間の距離（弦 14 の長さ）を超える幅の配線ボタンの通過を防止することができる（請求項 17, 23）。

【0048】また、通過可否判定手段により弦 14 上を複数の配線ボタンが通過することを許可した場合、自動配線装置 20 において、各配線ボタンの当該弦 14 上の

通過位置を、当該弦 14 上の相対的位置として記憶することで、既に通過を許容している配線バタンの位置を弦 14 上の相対的位置として扱うことができるので、部品ピン 13 間(弦 14 上)に新たな配線バタンの通過を許容する場合等に、既存の配線バタンの位置の移動を容易に行なえ、新たな配線バタンの挿入を容易に行なうことができる(請求項 18、24)。

【0049】さらに、上述のように複数の配線バタンの弦 14 上の通過位置を相対的位置として記憶することにより、隣接する弦 14 上を少なくとも 2 つの配線ボタンが通過する場合、交差判定手段により、隣接する弦 14 上での各配線バタンの相対的位置に基づいて、複雑な演算等を一切行なうことなく、配線バタンの交差を容易に判定することができる(請求項 19、25)。

【0050】また、迷路配線制御手段 22 により配線板 12 上における配線バタンの配線ルート 15 を全て決定した後、均等割付手段により、弦 14 上を通過する配線ボタンを、自動的に部品ピン 13 (13A、13B) 間で均等に配線することができる(請求項 20、26)。

【0051】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

(A) 第 1 実施例における配線プログラム生成手法の説明

図 7 は本発明の第 1 実施例における配線プログラム生成装置を示すブロック図であり、この図 7 において、31 は所定の配線設計データ(配線問題)に基づいて配線処理手順(アルゴリズム)を組み立てて自動配線プログラム(図 15 の符号 41A~41Z 参照)を生成するための配線プログラム生成装置であり、本実施例の配線プログラム生成装置 31 は、配線性評価部 32、表示部 33、選択部 34、指定部 35 および記憶部 36 を有して構成されている。

【0052】ここで、配線性評価部 32 は、所定の配線設計データに基づき配線手法に応じた配線性を評価するものであり、表示部 33 は、配線性評価部 32 による評価結果を表示するものであり、選択部 34 は、配線手法(配線基本関数)を選択するものである。本実施例では、配線手法(例えば、一般配線、電源配線、指定長配線、一層配線、多層配線、束配線等)は、複数種類の配線基本関数として記憶部 36 に予め用意されている。

【0053】また、指定部 35 は、選択部 34 による配線手法の選択時に、配線制御言語として、配線対象情報(Who)、配線場所情報(Where)、配線条件情報(How)、配線順序情報(When)の 3WH を指定することにより配線処理手順を指定するものである。そして、本実施例の配線プログラム生成装置 31 では、図 8、図 9 により後述すると、所定の配線設計データに基づいて実装設計(フロアプラン)を行なう段階で、設計者(オペレータ)が、表示部 33 に表示された配線性評価部 32 に

よる評価結果を参照しながら、会話形式で、選択部 34 により配線手法を選択するか、指定部 35 により配線制御言語としての配線対象情報(Who)、配線場所情報(Where)、配線条件情報(How)、配線順序情報(When)を指定するかして、配線処理手順をフロアプランの結果として蓄積しながら組み立てて、自動配線プログラム(図 13 の符号 41A~41Z 参照)を生成するようになって

いる。
【0054】なお、上述した本実施例の配線プログラム生成装置 31 は、一般的なパーソナルコンピュータ等により実現されるものであり、上述した表示部 33 は CRT 等のディスプレイにより、選択部 34 や指定部 35 はキーボードにより、記憶部 36 は RAM、ROM 等により、配線性評価部 32 は ROM 等に格納されたプログラムに従って CPU が動作することにより、それぞれ実現される。

【0055】上述のごとく構成された配線プログラム生成装置 31 により実現される本実施例の配線プログラム生成方法を、図 8、図 9 に示すフローチャートに従い、図 10~図 15 を参照しながら説明する。まず、配線設計データ(配線問題、ネットリスト)を与えられると(図 8 のステップ S11)、その配線設計データに対するフロアプランを進める過程(図 8 のステップ S12~S17)で、以下のようにして配線制御言語が蓄積され配線処理手順(アルゴリズム)が組み立てられる。

【0056】つまり、配線対象がプリント配線板(図 13 の符号 40A~40Z 参照)である場合、配線設計データに基づいて部品の初期配置を行ない(図 8 のステップ S12)、配線領域のブロック化を行なった後(図 8 のステップ S13)、各種パラメータ(配線混雑度、基板面積、必要層数、遅延時間、熱分布等)の設計評価を行ないながら(図 8 のステップ S14)、最適な設計評価が得られるように、部品配置変更(図 8 のステップ S12)、配線領域のブロック化(図 8 のステップ S13)を繰り返し行ない、各種部品等の配置改善を行なう。

【0057】このようなフロアプランで配置改善処理を行なう過程において、本実施例では、ステップ S13 でブロック化された各被配線ネットまたはグループに対し、事前に用意した各種配線手法に対応するツールキット(配線基本関数)の中から最も状況に適した手法(ツール)を選択したり、配線が困難な領域については前記 3WH(配線制御言語)の指定による配線変更や部品配置変更を行なったりして(図 8 のステップ S15)、フロアプランを行ないながら被配線基板(プリント配線板)全体の配線処理手順(アルゴリズム)を組み立てていく(プログラミング)。

【0058】ここで、ステップ S15 における処理を図 9 により詳細に説明すると、配線手法(配線基本関数)を選択部 34 により選択すると(ステップ S31)、配

10

20

30

40

50

線性評価部32により選択部34にて選択された配線手法による配線性を評価する(ステップS32)。そして、配線性評価部32による評価結果を判定し(ステップS33)、許容できるものであれば、図8のステップS16へ移行する一方、許容できなければ、部品配置変更を行なうか否かを判定する(ステップS35)。

【0059】部品配置変更を行なう場合には、前述した図8のステップS12へ戻る一方(ステップS36)、部品配置変更を行なわない場合には、指定部35により3WH(配線制御言語)を指定して配線変更、もしくは、選択部34による配線手法(配線基本関数)の選択・組合せの変更を実行する(ステップS37)。ところで、一般的な自動配線技術では、与えられた配線すべき区間情報に対して、3WH〔配線対象情報(Who):どのネットグループを、配線場所情報(Where):どの層やどの領域で、配線条件情報(How):どのような配線条件で、配線順序情報(When):どの順序で〕を過去の配線ノウハウをもとに手順化(プログラム化)しているが、特定のプリント配線板においては、この既定の手順通りでは最適な結果を得ることができない場合が生じる。

【0060】そこで、本実施例では、指定部35により前記3WHを指定することで、容易に配線変更を可能にして、個々のプリント配線板(図13の符号40A～40Z参照)の特性により最適な組み換えを行なえるようにしている。つまり、一般的な自動配線技術では、3WHが予め組み込まれていたが、その内容は個々の配線設計データの内容に依存しない項目だけであったが、本実施例では、個々の配線設計データの内容に依存した情報についても、3WHによる指定・変更を可能にして、最適な配線結果を容易に得られるようにしている。

【0061】そして、指定部35により指定される3WHの具体的な内容(項目)としては以下に説明するようなものが挙げられる。

(a) Who(配線対象情報:だれが:どのネットグループを)の指定項目

- ・ネット名
- ・ネット名の一部
- ・複数のネット
- ・回路部のページ
- ・回路図の特定ブロック指示
- ・プリント配線板に搭載する部品の実装位置名
- ・プリント配線板に搭載する部品の実装位置名の一部
- ・プリント配線板に搭載する部品の種類(LSI, 抵抗, コネクタ等)
- ・プリント配線板に搭載する部品の形状(QFP, SOP, DIP等)
- ・プリント配線板に搭載する部品のピン数(2ピン, 16ピン, 256ピン等)
- ・プリント配線板に搭載する部品ピンの位置(座標)
- ・1つのネットに属する信号ピン数

- ・論理線長を基準に線長の範囲に属するネット
- ・信号の属性(例えば、クロック系、一般信号系、テスト信号系等)

- ・配線制限(例えば、指定長配線や配線層指定等)

(b) Where(配線場所情報:どこで:どの層やどの領域で)の指定項目

- ・配線層
- ・配線の可能な領域
- ・配線を禁止される領域

10 (c) How(配線条件情報:如何に:どのような配線条件で)の指定項目

- ・迂回長
- ・最大線長が指定されており、その線長以内で
- ・最小線長が指定されており、その線長以上で
- ・最小線長と最大線長とが指定されており、これらの線長範囲内で

(d) When(配線順序情報:いつ:どの順序で)

- ・Whoで指定したネットグループが現れてくる順序

また、本実施例では、上述のような3WHそれぞれの項目を、指定部35により単独で指定することも可能であるが、複数の項目に対してOR条件やAND条件をとって指定することも可能であり、個々の設計条件に最適な配線処理手順を指定することができるようになっている。

【0062】さらに、本実施例では、指定部35により指定される、配線対象情報(Who),配線場所情報(Where),配線条件情報(How)の並びについては特に制約されておらず、個々の設計情報に最適な配線処理手順を指定することが可能になっている。図10～図12に、配線対象情報(Who),配線場所情報(Where),配線条件情報(How)の具体的な指定例を示す。ただし、配線順序情報(When)は、配線対象情報(Who)で指定したネットグループが現れてくる順序として指定されている。

【0063】図10に示す指定例では、配線対象情報(Who),配線場所情報(Where),配線条件情報(How)の順序で指定しており、配線対象情報(Who)を最優先で取り上げる配線要求例が示されている。この例では、クロック系のネットを一般信号系よりも前に配線完了させることを重視する設計要求であり、その配線処理手順である。

40 【0064】図11に示す指定例では、配線条件情報(How),配線対象情報(Who),配線場所情報(Where)の順序で指定しており、配線条件情報(How)を最優先で取り上げる配線要求例が示されている。この例では、論理線長と実線長との隔たりがないように迂回制限を厳しく、クロック系のネットから一般信号系のネットの順序で配線を実施させ、どうしても未配線が残る場合には迂回制限を緩和して配線する設計要求であり、その配線処理手順である。

50 【0065】図12に示す指定例では、配線場所情報

(Where)、配線条件情報 (How)、配線対象情報 (Who) の順序で指定しており、配線場所情報 (Where) を最優先で取り上げる配線要求例が示されている。この例では、表面層を優先して使用し、未配線区間のみ内層を使用する設計要求であり、その配線処理手順である。配線処理手順の組合せとしては、配線場所情報 (Where)、配線条件情報 (How)、配線対象情報 (Who) に配線順序情報 (When) が加わり、さらに各項目 (例えば Who については前述したような 15 種類) とその OR 条件、AND 条件とを加味すれば、その組合せは無限大数存在する。

【0066】つまり、一般的な自動配線技術では、これら無限大の組合せのうちのごく僅かの固定した手順で実行していたのに対して、本実施例では、指定部 35 により 3 W 1 H を指定することで、各種配線設計データに応じて柔軟に配線処理手順を組み合わせたことが可能で、個々の設計要求に最適な自動配線プログラム (図 13 の符号 4 1 A ~ 4 1 Z 参照) を得ることが可能になる。

【0067】さて、上述のようにして、ステップ S 12 による部品配置、ステップ S 13 による概略ルートの指定 (ブロック化) やステップ S 15 による配線手法の選択等を、ステップ S 14 により各種パラメータが自らの設計評価許容範囲内に入っていることを確認しながら行なった後、設計要求仕様 (配線設計データ) に基づいて配線パラメータ (線長、線種等) を設定し (図 8 のステップ S 16)、以上のフロアプランで蓄積した結果を配線処理手順 (アルゴリズム) として組み立ててから (図 8 のステップ S 17)、以降の配線設計フェイズへ移行する。

【0068】本実施例の配線プログラム生成装置 31 では、図 8 にて上述したステップ S 17 までの手順に従い、フロアプランを進める過程で配線性を評価しながら会話形式で配線手法を選択することにより、例えば図 13 に示すように、各種プリント配線板 40 A ~ 40 Z 毎に、配線制御言語にて記載された配線処理手順 (アルゴリズム) 4 2 A ~ 4 2 Z が組み立てられ、その配線処理手順 4 2 A ~ 4 2 Z に従って配線を実行する、各種配線問題に対応した自動配線プログラム 4 1 A ~ 4 1 Z が生成される。

【0069】ここで、図 13 において、プリント配線板 40 A ~ 40 Z は、それぞれ互いに異なる配線設計データ (互換性のない別装置の配線板の設計情報に基づく配線問題) をもつものである。また、配線プログラム生成装置 31 においては、図 13 に示すように、各種プリント配線板 40 A ~ 40 Z 毎に、配線制御言語を用いて配線処理手順 4 2 A ~ 4 2 Z を記述するフェイズ (図 8 のステップ S 11 ~ S 17 参照) と、その配線制御言語で記述された配線処理手順 4 2 A ~ 4 2 Z に従って自動配線プログラム 4 1 A ~ 4 1 Z を生成し自動配線を実行するフェイズ (図 8 のステップ S 18 ~ S 21) とがある。

【0070】そして、本実施例では、フロアプランを進める過程で自動的に生成され配線制御言語で表現された配線処理手順 4 2 A ~ 4 2 Z を、図 14、図 15 に示すように、テイラー・メイド・ルータ (Tailor Made Router; ある一定のプログラム) 43 に与え、サブプログラム 44 (記憶部 36) に格納されている配線基本関数を読み出・参照することにより、個々の設計要求に最適な自動配線プログラム 4 1 A ~ 4 1 Z が生成され自動配線が実行されるようになっている。

【0071】上述したテイラー・メイド・ルータ 43 は、図 15 に示すように、機能的には、言語解釈部 45、配線制御実行部 46、データ設定部 47、配線基本関数読出部 48、配線実行部 49 およびデータ書込部 50 を有している。言語解釈部 45 は、各配線処理手順 4 2 A ~ 4 2 Z を表現する配線制御言語を解釈 (コンパイル) し、最少単位の配線対象情報 (Who)、配線場所情報 (Where)、配線条件情報 (How) の繰り返しデータを作成するものである。

【0072】配線制御実行部 46 は、言語解釈部 45 からの繰り返しデータに基づく制御を、1 ~ 最大値 (max) まで DO 文により実行するものである。データ設定部 47 は、配線制御実行部 46 により起動され、繰り返しデータを順次設定するものである。配線基本関数読出部 48 は、データ設定部 47 により順次設定される繰り返しデータに応じた配線基本関数を、サブプログラム 44 から選択して読み出すものである。

【0073】配線実行部 49 は、配線基本関数読出部 48 により読み出された配線基本関数に基づき、自動配線を実行するものである。データ書込部 50 は、配線制御実行部 46 により実行処理を受けたデータを配線データベース (図示せず) に書き込むためのものである。このように構成されたテイラー・メイド・ルータ 43 においては、言語解釈部 45 により各配線処理手順 4 2 A ~ 4 2 Z を表現する配線制御言語を解釈しながら (図 8 のステップ S 19)、自動配線プログラム 4 1 A ~ 4 1 Z を実行形式に生成し (図 8 のステップ S 20)、解釈された指示通りに、配線制御実行部 46、データ設定部 47、配線基本関数読出部 48、配線実行部 49 によって自動配線が実行される (図 8 のステップ S 21)。

【0074】また、上述したテイラー・メイド・ルータ 43 は、配線対象となるプリント配線板 40 A ~ 40 Z の種類が異なっても同一プログラムを用いて対処することが可能であり、本実施例において、各プリント配線板 40 A ~ 40 Z 毎に作成するものは、配線制御言語で記載された配線処理手順 4 2 A ~ 4 2 Z のみである。なお、図 8 に二点鎖線 L1 で示すように、一般的な自動配線技術では、実装設計から配線設計に移行する際には、ステップ S 12 による部品配置からステップ S 21 による配線実行へ直接移行していたため、配線性の保証 (フロアプラン) がないまま自動配線の設計を実施すること

になっていた。しかし、本実施例では、図8のステップS12～S17で説明した通り、配線性の保証を確保した情報をもとに、配線制御言語の表現および蓄積がなされ、自動配線が実行されることになり、設計要求仕様（配線設計データ、配線問題）に適した配線結果を得ることが可能になる。

【0075】このように、本発明の第1実施例の配線プログラム生成方法および装置によれば、プリント配線板40A～40Zの各種配線問題毎に、その配線問題に対応した配線処理手順を記述している、カスタマイズされた個別（専用）の自動配線プログラム41A～41Zが容易に生成されるので、各自動配線プログラム41A～41Zに基づいて自動配線を行なうことにより、高密度実装化、低コスト化から設定される厳しい設計条件下においても自動配線の最適な解が確実かつ高速に見出され、配線率が大幅に向上し、ひいては電子計算機装置の性能向上に寄与するところが多い。

【0076】また、本実施例によれば、配線設計者が配線制御言語（配線処理手順）を直接作成するのではなく、フロアプラン（実装設計）で部品配置評価を行なう際に、自動的に（結果的に）、配線制御言語で記載された配線処理手順42A～42Zが生成されるため、配線設計者が特に意識しなくても、フロアプランの終了と同時に配線処理手順42A～42Zが組み立てられ、その配線処理手順42A～42Zをテイラー・メイド・ルータ43に入力するだけで、各種配線問題毎にカスタマイズされた専用の自動配線プログラム41A～41Zを極めて短時間で生成することができる。

【0077】さらに、配線手法を、複数種類の配線基本関数として記憶部36に予め用意しておくことにより、個々の部品配置や設計要求仕様に応じて配線基本関数の選択・組合せを行なうだけで、カスタマイズされた専用の自動配線プログラム41A～41Zを容易に生成できる利点もある。またさらに、選択部34による配線手法の選択時に、指定部35により配線制御言語〔配線対象情報（Who）、配線場所情報（Where）、配線条件情報（How）、配線順序情報（When）〕を指定して配線処理手順を指定することで、配線が特に困難で配線基本関数の選択・組合せだけでは自動配線を行なえないような領域に対しても、最適な自動配線プログラム41A～41Zを生成できる利点もある。

【0078】（B）第1実施例における配線プログラム生成手法の変形例の説明

なお、上述した第1実施例では、図14、図15にて説明したように、フロアプランで蓄積された配線制御言語をそのまま配線処理手順（アルゴリズム）42A～42Zとして用い、テイラー・メイド・ルータ43内の言語解釈部45によりその都度翻訳して自動配線プログラム41A～41Zを実行形式に生成する場合について説明したが、本実施例の配線プログラム生成装置31におい

ては、フロアプランで蓄積された配線制御言語に基づいて、図16～図19にて説明するような手段によっても自動配線プログラム41A～41Zを実行形式に生成することができる。

【0079】例えば、図16、図17に示す例では、言語変換プログラム51により、配線制御言語で記載された配線処理手順42A～42Zを、予め解釈し、2点間の配線指示（2点の座標や配線条件込みの情報）の並び、即ち、最少単位の配線対象情報（Who）、配線場所情報（Where）、配線条件情報（How）の繰り返しデータ（配線コマンド列）に変換しておき、自動配線プログラム41A～41Zは、各2点間の配線指示通りに配線を実行するようになっている。

【0080】図16、図17において、52は言語変換プログラム51により変換された繰り返しデータを格納する記憶部、53は記憶部52に格納された繰り返しデータに基づいて実際に自動配線を実行するテイラー・メイド・ルータ（ある一定のプログラム）である。このテイラー・メイド・ルータ53は、図17に示すように、機能的には、図15に示したものとほぼ同様の配線制御実行部46、データ設定部47、配線基本関数読出部48、配線実行部49およびデータ書込部50を有して構成され、記憶部52の繰り返しデータ（配線コマンド列）に基づき、サブプログラム44（記憶部36）に格納されている配線基本関数を読出・参照することにより、個々の設計要求に最適な自動配線プログラム41A～41Zが生成され自動配線が実行されるようになっている。

【0081】つまり、図16、図17に示す例では、言語変換プログラム51により各配線処理手順42A～42Zを表現する配線制御言語を解釈し配線コマンド列に変換することで、その配線コマンド列から直接的に、テイラー・メイド・ルータ53により、自動配線プログラム41A～41Zを実行形式に生成することができる。

【0082】また、テイラー・メイド・ルータ53は、図15に示したテイラー・メイド・ルータ43における言語解釈部45は不要で、1区間毎の配線指示に従って、自動配線を実行するだけの極めて簡単な同一プログラムを用いて対処することが可能であり、図16、図17に示す例でも、各プリント配線板40A～40Z毎に作成するものは、配線制御言語で記載された配線処理手順42A～42Zのみで済む。

【0083】図18に示す例では、配線処理手順42A～42Zを、C言語等の業界標準言語仕様に基づく配線制御言語により記述して、自動配線プログラム41A～41Zを作成している。つまり、図18において、自動配線プログラム41A～41Zは、C言語等の業界標準言語で記述された配線処理手順42A～42Zに従って、自動配線を実行するものであり、C言語等の業界標準言語で記述されたデータを翻訳しサブライブラリ55

における配線基本関数とのリンケージをとるCコンパイラ／リンケージ部54がそなえられ、このCコンパイラ／リンケージ部54を通して、配線制御言語毎に存在する純然たるテイラー・メイド・ルータ56が得られるようになっている。

【0084】この図18に示す例において、配線対象となるプリント配線板40A～40Zの種類が異なっても、Cコンパイラ／リンケージ部54およびサブライブラリ55は同一であり、各プリント配線板40A～40Z毎に作成するものは、C言語で記載された配線処理手順42A～42Zのみであり、テイラー・メイド・ルータ56は自動的に生成されるものである。

【0085】図19に示す例では、言語変換プログラム57により、配線処理手順42A～42Zを記載する配線制御言語を予め解釈し、C言語等の業界標準言語仕様に自動変換し、そのソースコードに基づいて自動配線プログラム41A～41Zを作成している。つまり、図19において、自動配線プログラム41A～41Zは、配線処理手順42A～42Zを記載する配線制御言語をC言語等の業界標準言語仕様に自動変換する言語変換プログラム57を有し、その言語変換プログラム57により得られたC言語等に準拠する配線制御言語で記述された配線処理手順58に従って、自動配線を実行するものである。

【0086】そして、図18で示したものと同様のCコンパイラ／リンケージ部54およびサブライブラリ55により、Cコンパイラ／リンケージ部54を通して、配線制御言語毎に存在する純然たるテイラー・メイド・ルータ59が得られるようになっている。この図19に示す例において、配線対象となるプリント配線板40A～40Zの種類が異なっても、言語変換プログラム57、Cコンパイラ／リンケージ部54およびサブライブラリ55は同一であり、各プリント配線板40A～40Z毎に作成するものは、C言語で記載された配線処理手順42A～42Zのみであり、テイラー・メイド・ルータ59は自動的に生成されるものである。

【0087】以上、図14～図19により、配線制御言語で記載された配線制御手順42A～42Zから自動配線プログラム41A～41Zを実行形式に生成する手順を4種類説明したが、各手段の相違が明確になるように、各手段の基本的な処理手順を図20(a)～(d)に示しておく。ここで、図20(a)は図14、図15に示した手段、図20(b)は図16、図17に示した手段、図20(c)、(d)はそれぞれ図18、図19に示した手段に対応している。また、図20(a)～(d)中、各符号は、図14～図19にて前述した各部分に対応しているので、その説明は省略する。

【0088】なお、上述した本発明の第1実施例では、本発明の方法および装置により、プリント配線板上での自動配線を行なう場合について説明したが、本発明は、

これに限定されるものでなく、例えばLSI等の半導体上の配線設計にも適用することができ、この場合も上述した実施例と同様の作用効果が得られることはいうまでもない。

【0089】(C)第1実施例における配置プログラム生成手法の説明

ところで、この第1実施例では、図8のステップS12で行なわれる部品の初期配置に際しては、例えば図21に示す配置プログラム生成装置37にて生成された自動配置プログラム(図25の符号39A～39Z参照)を用い、部品配置対象であるプリント配線板(図13、図25の符号40A～40Z参照)上への部品配置が行なわれるようになっている。

【0090】ここで、図21は本発明の第1実施例における配置プログラム生成装置を示すブロック図であり、この図21において、37は所定の設計データ(配置問題)に基づいて配置処理手順(アルゴリズム)を組み立てて自動配置プログラムを生成するための配置プログラム生成装置であり、本実施例の配置プログラム生成装置37は、表示部33A、指定部35Aおよび記憶部36Aを有して構成されている。

【0091】ここで、表示部33Aは、自動配置プログラムの生成経過等の各種情報を表示するものであり、指定部35Aは、配置制御情報として、配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報、グループ配置順序情報等を指定することにより部品配線処理手順を指定するものである。これらの各種情報は、記憶部36Aに格納されており、指定部35Aにより指定された情報がこの記憶部36Aから読み出されるようになっている。

【0092】そして、本実施例の配置プログラム生成装置37では、前述した図8のステップS12で行なわれる部品の初期配置に際して、設計者(オペレータ)が、表示部33Aを参照しながら、指定部35Aにより配置制御情報としての配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報、グループ配置順序情報等を指定して、部品配置処理手順を組み立てて、自動配置プログラムを生成するようになっている。

【0093】なお、上述した本実施例の配置プログラム生成装置37は、図7により前述した本実施例の配線プログラム生成装置31と同様に、一般的なパーソナルコンピュータ等により実現されるものであり、配線プログラム生成装置31とは別個に構成してもよいし、配線プログラム生成装置31と配置プログラム生成装置37とを兼用するように構成にしてもよい。

【0094】さて、一般的な自動配置技術では、与えられた配置すべき情報に対して、①グループ化(配置対象部品グループ化情報)、②配置領域の指定(配置領域指定情報)、③どのグループから配置するか(グループ配置順序情報)、④どのような配置条件で配置するか(配

10

20

30

40

50

置条件情報)を過去の配線ノウハウをもとに手順化(プログラム化)しているが、特定のプリント配線板においては、この既定の手順通りでは最適な結果を得ることができない場合が生じる。

【0095】そこで、本実施例では、指定部35Aにより前記①～④の情報を指定することで、容易に配線変更を可能にして、個々のプリント配線板(図13、図25の符号40A～40Z参照)の特性により最適な組み換えを行なえるようにしている。つまり、一般的な自動配線技術では、前記①～④の情報が予め組み込まれていたが、その内容は個々の設計データの内容に依存しない項目だけであったが、本実施例では、個々の設計データの内容に依存した情報についても、前記①～④の情報による指定・変更を可能にして、最適な配置結果を容易に得られるようにしている。

【0096】そして、指定部35Aにより指定される前記①～④の情報の具体的な内容(項目)としては以下に説明するようなものが挙げられる。

(a) 配置対象部品グループ化情報の指定項目

- ・ 特定部品名
- ・ 回路記号
- ・ 部品の種類
- ・ 部品の形状
- ・ 特定の電源ネット
- ・ 回路図のページ
- ・ 回路図の特定のブロック指示

(b) 配置領域指定情報の指定項目

- ・ 配置が可能な領域
- ・ 配置禁止の領域
- ・ 基板の表面か裏面か

(c) グループ配置順序情報

- ・ 上記配置対象部品グループ化情報で指定したグループの順番指定

(d) 配置条件情報の指定項目

- ・ 部品の形状の大小
- ・ ピン数の大小
- ・ 表面から優先または裏面から優先
- ・ 消費電力の大小
- ・ 整列部品配置の可否
- ・ 等間隔配置の可否
- ・ 先に配置した部品との接続数
- ・ 最適配置位置を表示し結果は設計者にまかせる(ナビゲーション配置)

また、本実施例では、上述のような各項目を、指定部35Aにより単独で指定することも可能であるが、複数の項目に対してOR条件やAND条件をとって指定することも可能であり、個々の設計条件に最適な部品配置処理手順を指定することができるようにしている。

【0097】さらに、本実施例では、指定部35Aにより指定される、配置対象部品グループ化情報、配置領域

指定情報、配置条件情報の並びについては特に制約されておらず、個々の設計情報に最適な部品配置処理手順を指定することが可能になっている。上述した(a)～(d)の各種項目を指定することにより、下記(1)～(19)のような最適配置手法を行なうことが可能になる。

【0098】(1) 特定の部品に対して行なう最適配置手法

(2) 配置する部品をグループ化することによる最適配置手法

(3) ある部品と接続関係にある部品のグループ化による最適配置手法

(4) 部品の種類によるグループ化による最適配置手法

(5) 特定の電源ネットによるグループ化による最適配置手法

(6) 部品の回路記号によるグループ化による最適配置手法

(7) 部品の形状によるグループ化による最適配置手法

(8) ある特定の回路図のページに属する部品のグループ化による最適配置手法

(9) ある特定の回路図のブロックに属する部品のグループ化による最適配置手法

(10) 上記(2)～(9)で指定されたグループのプリント配線板上への配置位置指定時に、プリント配線板の面を指示することによる最適配置手法

(11) 上記(2)～(9)で指定されたグループのプリント配線板上への配置位置指定時に、プリント配線板上の実装領域を指示することによる最適配置手法

(12) 上記(2)～(9)で指定されたグループを部品の大小に応じて配置する最適配置手法

(13) 上記(2)～(9)で指定されたグループをコネクションの大小に応じて配置する最適配置手法

(14) 上記(2)～(9)で指定されたグループを、任意の順序で配置する最適配置手法

(15) 上記(2)～(9)で指定されたグループや、そのグループ内の各部品を消費電力の大小に応じて配置する最適配置手法

(16) 上記(2)～(9)で指定されたグループを、先に配置したグループの部品との接続数に応じて配置する最適配置手法

(17) 上記(2)～(9)で指定されたグループを整列配置する最適配置手法

(18) 上記(2)～(9)で指定されたグループを等間隔に配置する最適配置手法

(19) 上記(1)～(18)により指定された最適配置を、システム(配置プログラム生成装置37)が推奨する最適配置手法

次に、図22～図24に、配置対象部品グループ化情報(「グループ化するもの」)、配置領域指定情報(「どの領域に」)、配置条件情報(「配置条件」)の具体的

な指定例を示す。ただし、グループ配置順序情報は、配置対象部品グループ化情報で指定したネットグループが現れてくる順序として指定されている。

【0099】図22に示す指定例では、配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報の順序で指定しており、グループ化を最優先で取り上げる配置要求例が示されている。この例では、コネクタ部品を一般部品よりも前に配置完了させることを重視する設計要求であり、さらに、コネクタ部品を、プリント配線板（基板）の表面に部品外形が大きいものから順に配置した後、プリント配線板（基板）の裏面に部品外形が大きいものから順に配置する設計要求で、その配置処理手順である。

【0100】図23に示す指定例では、配置条件情報、配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報の順序で指定しており、配置条件を最優先で取り上げる配置要求例が示されている。この例では、ピン数の多い順に、コネクタを一般部品よりも前にプリント配線板（基板）の表面から裏面の順に配置完了させ、次に、プリント配線板（基板）の表面に電源ネットを持つ部品をプリント配線板（基板）の配置領域内に配置する設計要求であり、その配置処理手順である。

【0101】図24に示す指定例では、配置領域指定情報、配置対象部品グループ化情報、配置条件情報の順序で指定しており、配置する領域を最優先で取り上げる配置要求例が示されている。この例では、プリント配線板（基板）の表面にコネクタ部品を、ピン数の多い順に且つ一般部品よりも前に配置完了させ、次に、コンデンサ部品を、ピン数の多い順に配置完了させ、その次に、電源ネットを持つ部品を、部品外形の大きい順に配置する設計要求であり、その配置処理手順である。

【0102】配置処理手順の組合せとしては、配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報そしてグループ配置順序情報が加わり、さらに各項目とそのOR条件、AND条件とを加味すれば、多数の指示が可能である。つまり、一般的な自動配置技術では、これら多数の組合せのうちごく僅かの固定した手順で実行していたのに対して、本実施例では、指定部35Aにより配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報、グループ配置順序情報を極めて柔軟に指定することができ、個々の設計要求に最適な自動配置プログラム（図25の符号39A～39Z参照）を得ることが可能になる。

【0103】本実施例の配置プログラム生成装置37では、図8のステップS12による部品の初期配置に際して、例えば図25に示すように、各種プリント配線板40A～40Z毎に、配置制御情報にて記載された部品配置処理手順が組み立てられ、その部品配置処理手順38A～38Zに従って配置を実行する、各種配置問題に対応した自動配置プログラム39A～39Zが生成され

る。

【0104】ここで、図25において、プリント配線板40A～40Zは、それぞれ互いに異なる配置設計データ（互換性のない別装置の配線板の設計情報に基づく配置問題）をもつものである。また、配置プログラム生成装置37においては、図25に示すように、各種プリント配線板40A～40Z毎に、配置制御情報を用いて部品配置処理手順38A～38Zを指定し記述するフェイズと、その配置制御情報で記述された部品配置処理手順に従って自動配置プログラム39A～39Zを生成し自動配置を実行するフェイズとがある。

【0105】このように、本発明の第1実施例の配置プログラム生成装置および装置によれば、プリント配線板40A～40Zの各種配置問題毎に、その配置問題に対応した部品配置処理手順を記述している、カスタマイズされた個別（専用）の自動配置プログラム39A～39Zが容易に生成されるので、各自動配置プログラム39A～39Zに基づいて最適配置を行なうことにより、高密度実装化、低コスト化から設定される厳しい設計条件下においても人手に頼ることなく自動配線の最適な解が確実かつ高速に見出され、電子計算機装置の性能向上に寄与するところが大きい。

【0106】このとき、指定部35Aにより配線制御言語（配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報、グループ配置順序情報）を指定して部品配置処理手順を指定することで、配置対象毎に常に最適な自動配線プログラム39A～39Zを生成できる利点もある。

(D) 第2実施例の説明

図26は本発明の第2実施例としての自動配線装置を示すブロック図である。

【0107】ここで、まず、図27により、本実施例の自動配線対象となるプリント配線板70について説明すると、このプリント配線板70は、多数の部品ピン71（71A、71B）を有しており、ここでは、例えば始点（部品ピン）71Aと終点（部品ピン）71Bとの間に配線ボタンを自動的に配線すべく、その配線ルートを決定するものとする。

【0108】そして、図26に示すように、本実施例の自動配線装置60は、図27に示す多数の部品ピン71（71A、71B）を有するプリント配線板70上に配線ボタンを自動的に配線すべくその配線ルートを決定するためのもので、データベース61、配線データベース62、弦情報作成部63、迷路配線制御部64、均等割付部65、通過可否判定部66、交差判定部67および通行データ挿入部68を有して構成されている。

【0109】ここで、データベース61は、自動配線に必要なプリント配線板70上での各種接続情報、部品ピン情報や、自動配線装置60による自動配線結果である配線ボタン情報などを格納するものである。配線データ

ベース 62 は、本実施例による自動配線処理中に、自動配線対象であるプリント配線板 70 についての各種情報（配線パタンの通行情報、後述する弦 72 の位置情報等）を記憶するものである。

【0110】弦情報作成部 63 は、データベース 61 から部品ピン情報を読み込んで、図 27 に示すごとく隣接する部品ピン 71（71A、71B）間を結んだ直線である弦 72 の位置情報（配線パタンの通行情報を保存するための基礎データ）を部品ピン 71（71A、71B）の位置情報に基づいて作成し、配線データベース 62 に書き込むものである。

【0111】また、迷路配線制御部 64 は、配線データベース 62 において、配線ルートの始点 71A から終点 71B へ向けて迷路法配線の波を発生し、弦情報作成部 63 により作成された弦 14 の情報に基づいて波を隣接する弦 72 の間で伝搬させ、波が始点 71A から終点 71B に到達するまでに通過した弦 72 の位置を順に記憶し、波が終点 71B に到達すると、終点 71B から始点 71A に向け波の通過した弦 72 の位置を逆行（バックトレース）して、配線パタンの配線ルートを決定するものである。

【0112】即ち、本実施例の迷路配線制御部 64 では、図 27 に示すように、配線データベース 62 で想定されるプリント配線板 70 上において、始点 71A から終点 71B へ向けて波を発生する。この波は、図 27 において各弦 72 上に丸付き数字として示すように、始点 71A の最寄りの弦 72 上に①を付し、①を付した弦 72 に隣接する弦 72 に②を付し、以下同様に隣接する弦 72 に順次番号を付してゆくことにより、始点 71A から終点 71B まで到達する。

【0113】図 27 に示す例では、終点 71B には、始点 71A から 3 番目の弦 72 の次に到達することになり、このような波が始点 71A から終点 71B に到達するまでに経由した各弦 72 は配線データベース 62 に順に記憶されており、波が終点 71B に到達すると、終点 71B から始点 71A に向け波の経由した弦 72 の位置を逆行つまりバックトレースすることにより、配線パタンの配線ルート 73 を決定している。

【0114】そして、図 26 において、均等割付部 65 は、プリント配線板 70 上における配線パタンの配線ルートを迷路配線制御部 64 により全て決定した後弦 72 上を通過する配線ボタンを部品ピン 71（71A、71B）間で均等に配線するものである。また、通過可否判定部 66 は、迷路配線制御部 64 に設けられ、迷路配線制御部 64 により波を隣接する弦 72 の間で伝搬させる際に、その弦 72 をなす部品ピン 71（71A、71B）間の容量に基づいて配線パタンの通過の可否を判定するものである。

【0115】そして、本実施例の通過可否判定部 66 は、加算部 66A、比較部 66B および判定部 66C か

ら構成されている。加算部 66A は、今回の波の伝搬により当該弦 72 上を通過させる配線パタンの線幅と今回までに当該弦 72 上の通過を許可した配線パタンの線幅との総合計幅を算出するものである。また、比較部 66B は、加算部 66A により算出された総合計幅と、当該弦 72 をなす部品ピン 71（71A、71B）間の距離（既知のデータでデータベース 61 から部品ピン情報として与えられるもの）とを比較するものである。さらに、判定部 66C は、比較部 66B による比較の結果、前記距離よりも前記総合計幅の方が小さい場合に配線パタンの通過を許可するものである。

【0116】さらに、本実施例の配線データベース 62 では、通過可否判定部 66 により弦 72 上を複数の配線ボタンが通過することを許可した場合、各配線パタンの当該弦 72 上の通過位置が、当該弦 72 上の相対的位置（配線パタンの配線ルートと弦 72 との交点が弦 72 上のどこにあるか）として記憶されるようになっている。

【0117】交差判定部 67 は、迷路配線制御部 64 に設けられ、隣接する弦 72 上を少なくとも 2 つの配線ボタンが通過する場合、その隣接する弦 72 上での各配線パタンの相対的位置（配線データベース 62 に保持されるもの）に基づいて配線パタンの交差を判定するものである。また、通行データ挿入部 68 は、迷路配線制御部 64 により波を隣接する弦 72 の間で伝搬させる際に、弦 72 上に配線ボタンを通過させる場合に、その配線パタンの通行情報を配線データベース 62 に登録するとともに、通過可否判定部 66 により弦 72 上を複数の配線ボタンが通過することを許可した場合には、既に通過を許可されている配線パタンの弦 72 上での相対的位置を考慮しながら必要に応じてその相対的位置を適宜ずらしながら、最後に通過させる配線パタンの弦 72 上での相対的位置を、新たな配線パタンの通行情報として配線データベース 62 に登録するものである。

【0118】上述のごとく構成された自動配線装置 60 により実現される本実施例の自動配線方法を、図 28 ～ 図 32 を参照しながら説明する。例えば図 28（a）、（b）に示すように位置 p から位置 q へ迷路配線用の波を伝搬させる際に、図 36 にて説明したメッシュを用いた迷路法を使用すると、図 28（a）に示すようにメッシュを設定した場合、位置 p から位置 q に波が到達するには最低 6 個のメッシュを通過しなければならないが、本実施例の迷路配線制御部 64 を用いた場合、図 28（b）に示すように、波は、位置 p の弦 72 から位置 q の弦 72 まで 1 回で（ダイレクトに）到達することになる。

【0119】従って、配線ボタン幅に依存した矩形からなるメッシュを用いることなく、配線ボタン幅よりもかなり大きな部品ピン 71 間距離を基本単位とする弦 72 が波の伝搬対象となるので、極めて短時間で配線パタンの配線ルートを決定することができる。なお、図 28

(b) 中および図 29 において、弦 72 上の×印は、波が弦 72 上を通過したこと（波と弦 72 との交点）を記録するためのものであり、73 は既に通過を許容された配線ルートを示している。

【0120】ところで、本実施例の自動配線装置 60 では、迷路配線制御部 64 によりプリント配線板 70 上における配線パタンの配線ルートが全て決定された後には、均等割付部 65 により、弦 72 上を通過する配線ボタンは、自動的に部品ビン 71 間で均等に配線され、最終的に決定された配線パタンの絶対的な位置がデータベ

ース 61 に登録される。
【0121】ここで、図 36 にて説明したメッシュを用いた迷路法では、部品ビン間の配線ボタンを均等に割り付け配置する場合、例えば図 29 に示すように、部品ビン 71 間の弦 72 上に、既に 2 本の配線ルート 73 が決定されている状態で、新たな配線ルート 74 の通過を追加させる際には、この新たな配線ルート 74 の通過が決定された時点で、部品ビン 71 間における 3 本の配線ルート 73、74 の間隔 d が等しくなるように、配線ルート 73 の位置（座標）を変更しなければならない。

【0122】これに対して、本実施例の自動配線装置 60 では、前述した通り、迷路配線制御部 64 による処理が行なわれている途中段階で、配線データベース 62 には、部品ビン 71 間（弦 72 上）の図 29 に示す 2 本の配線ルート 73 の通過位置は相対的位置として設定されているだけである。従って、新たな配線ルート 74 の通過が決定された時点では、通行データ挿入部 68 により、その配線ルート 74 の通過位置を、弦 72 上の一番下（下側の配線ルート 73 と下側の部品ビン 71 との間）の位置とし、他の 2 本配線ルート 73 に対する相対

的位置として配線データベース 62 に記憶して新たな配線ルート 74 の追加登録を行なうだけでよい。
【0123】つまり、新たな配線ルート 74 を部品ビン 71 間（弦 72 上）で追加する際に座標を書き換える必要はなく、プリント配線板 70 上の全ての配線パタンの配線ルートが決定された最終段階で、均等割付部 65 により、部品ビン 71 間における配線ルート 73、74 の間隔 d が等しくなるように、座標を設定すればよい。なお、このように配線ボタン間隔を部品ビン 71 間で均等に割り付けることにより、配線ボタンに対する部品ビン 71 の電気的な影響や配線ボタン相互の電気的な影響を最少に抑えることができるほか、配線パタンの歩留りを向上させプリント配線板 70 での配線パタンの配線コストを最小限のものとすることができる。

【0124】さらに、本実施例の自動配線装置 60 では、迷路配線制御部 64 により波を隣接する弦 72 の間で伝搬させる際には、通過可否判定部 66 にて、当該弦 72 をなす部品ビン 71 間の容量に基づいて配線パタンの通過の可否を判定することにより、部品ビン 71 間（弦 72 上）に、配線不可能な数の配線ボタンが通過す

るのを防止できるほか、その通過可否の判定を短時間に行なうことができる。

【0125】ここで、例えば図 29 にて前述したように、新たな配線ルート 74 を弦 72 上で追加しようとする際に、図 36 にて説明したメッシュを用いた迷路法では、その新たな配線ボタンが部品ビン 71 間を通過できるかどうかを判定する場合、まず、新たな配線ルート 74 と下側の部品ビン 71 との間隔を計算し、その間隔が、配線ボタンを通すのに十分な間隔をもたない場合には、既に配線されている 2 本の配線ルート 73 の位置を上側に移動させてから、再度、新たな配線ルート 74 と下側の部品ビン 71 との間隔を調査する必要がある。さらに、この時点で、新たな配線ルート 74 を通すのに十分な間隔がないと判定された場合には、上側に移動させた 2 本の配線ルート 73 の位置を元に戻すなどの操作を必要としていたため、ルート探索に多大な時間を要していた。

【0126】これに対して、本実施例の自動配線装置 60 では、前述した通り、通過可否判定部 66 において、加算部 66A により今回の波の伝搬により弦 72 上を通過させる配線ボタン（新たな配線ルート 74）の線幅と今回までに弦 72 上の通過を許可した配線ボタン（2 本の配線ルート 73）の線幅との総合計幅を算出し、比較部 66B により総合計幅と弦 72 をなす部品ビン 71 間の距離（既知）とを比較し、判定部 66C により、不等式【部品ビン 71 間の距離】>【配線ボタン 73、73 の線幅の合計】を満足するかどうかを調査するだけで、新たな配線ルート 74 の通行可否の判定が可能となり、部品ビン 71 間の距離（弦 72 の長さ）を超える幅の配線パタンの通過を防止できるため、極めて短時間で配線ルートの探索を行なうことができる。

【0127】また、図 29 により前述した通り、部品ビン 71 間の弦 72 上に、既に 2 本の配線ルート 73 が決定されている状態で、新たな配線ルート 74 を挿入して通過させる際には、図 36 にて説明したメッシュを用いた迷路法では、既存の配線パタンの配線ルート 73 をそれ自身の線幅を考慮して、上側の部品ビン 71 からの位置を決定しなければならない。一般的に、配線ルートの探索に際しては、試行錯誤的な手法を採るため、ここで探索された新たな配線ルート 74 がそのまま採用されるとは限らず、採用されなかった場合には既存の配線パタンの位置を元に戻す必要があった。

【0128】これに対して、本実施例の自動配線装置 60 では、前述したように、配線データベース 62 において、部品ビン 71 間（弦 72 上）の図 29 に示す 2 本の配線ルート 73 の通過位置は相対的位置として設定しているだけであり、新たな配線ルート 74 を採用した場合には、通行データ挿入部 68 により、下側の配線ルート 73 と下側の部品ビン 71 との間に新たな配線ルート 74 が存在することを相対的位置で登録するだけでよく、

その実際の位置（絶対的な位置）は、最終段階で均等割付部65により一度だけ算出すればよい。

【0129】そして、当該新たな配線ルート74が不採用になった場合には、配線データベース62において、下側の配線ルート73と下側の部品ピン71との間に配線ルート74が存在しなくなったと表現するだけでよい。従って、既存の配線ルート73の位置に対して、何ら影響を与えることはなく、前述した通り、極めて短時間で配線ルートの探索を行なうことができる。

【0130】さらに、本実施例の自動配線装置60では、前述のように複数の配線バタンの弦72上の通過位置を相対的位置として配線データベース62上に記憶することにより、例えば図30に示すように、隣接する位置p、qの弦72上を少なくとも2つの配線バタンの配線ルート73、74が通過する場合、迷路配線制御部64の交差判定部67により、位置p、qの2つの弦72上での各配線ルート73、74の相対的位置に基づいて、複雑な演算等を一切行なうことなく、配線ルート73と74との交差を容易に判定することができる。

【0131】ここで、図30に示すように、位置p、qの弦72上の位置P1、P4を通過する配線ルート73が既に決定されている状態で、位置p、qの弦72上の位置Q1、Q2を通過する新たな配線ルート74を追加しようとする場合、図36にて説明したメッシュを用いた迷路法において、新たな配線ルート74が既存の他の配線ボタン73と交差するかどうかを調べるには、プリント配線板70上に多数存在する配線ボタンの中から、位置P1～P2、P2～P3、P3～P4に到る配線ルート73の配線ボタンを見つけ、それぞれが連続していることを確認してから、位置Q1とQ2とを結ぶ線が既存の配線ボタン73と交差すると判定し、位置p、q間においては位置Q1からQ2へ到る配線ルート74が存在しないことを判断している。

【0132】これに対して、本実施例の自動配線装置60では、前述の交差判定部67により、位置P1からP4へ到る既存の配線ルート73と位置Q1からQ2へ到る新たな配線ルート74とが、交差するかは以下の2点によって明確に判定される。

①位置pの弦72上で位置Q1の上側に位置P1が存在すること。

②既存の配線ルート73が、弦72上の位置P1から、位置qの弦72上における位置Q2よりも下側の位置P4まで連続していること。

【0133】従って、図30において、新たな配線ルート74が、位置pの弦72上の位置Q1から位置qの弦72上の位置Q2に到達するには、位置P1からP4へ到る既存の配線ルート73と交差することを直ちに判定でき、配線ルートの探索時間を短縮することが可能になる。一方、図35にて説明したラインサーチ法では、実際には図32(a)に示すように、配線ボタン81～8

4をセグメントと呼ばれる直線で表す。さらに、この直線に効率的にアクセスするため、プリント配線板70を縦または横の帯状に分割してリンクを設定している。配線ボタン81～83のように分割した帯と平行するボタン（主配線方向のボタンという）は問題にならないが、配線ボタン84のように、分割した帯と直交する方向のボタン（従配線方向のボタンという）はセグメントを分割して表す必要があるため、一度、ある層に対して主配線方向を決定すると、それと直交する方向のボタンを効率よく表現することができなくなっている。つまり、従配線方向のボタンは、多数のセグメントに分割して表現しなければならない。

【0134】これに対して、本実施例の自動配線装置60では、図31や図32(b)に示すように、領域を帯状に分割しないため、主配線方向と従配線方向とを区別することなく、配線ボタン（配線ルート73）を表現することが可能となり、水平、垂直いずれの方向も区別することなく、配線ルートの探索を行なうことができる。

【0135】このように、本発明の第2実施例によれば、配線ルートの探索時間を大幅に短縮することができるので、一定時間内の探索件数も大幅に増加し、極めて高密度の自動配線を実現することができるのである。なお、この第2実施例による自動配線機能は、前述した第1実施例における配線基本関数の1つとして用いることができる。

【0136】また、上述した各実施例は、プリント配線板上で自動配線および自動配置を行なう場合について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、半導体(LSI)、マルチチップモジュール(MCM)などの設計時にも適用することができ、この場合も上記実施例と同様の作用効果を得ることができる。

【0137】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の配線プログラム生成方法及びその装置によれば、評価結果を参照しながら会話形式で配線手法を選択して配線処理手順を組み立てることにより、配線対象の各種配線問題毎に、その配線問題に対応した配線処理手順を記述する専用の配線プログラムが生成されるので（請求項1、6）、各配線プログラムに基づいて自動配線を行なうことにより、高密度実装化、低コスト化から設定される厳しい設計条件下においても自動配線の最適解が確実かつ高速に見出され、配線率の向上や、電子計算機装置の性能向上に寄与するところが大きい。

【0138】また、配線設計者が配線処理手順を直接作成するのではなく、実装設計で部品配置評価を行なう際に、自動的に配線制御言語で記載された配線処理手順が生成されるため（請求項2、7）、配線設計者が特に意識しなくても、実装設計の終了と同時に配線処理手順が組み立てられ、各種配線問題毎にカスタマイズされた専用の配線プログラムを極めて短時間で生成することがで

きる。

【0139】さらに、配線手法を、複数種類の配線基本関数として予め用意しておくことにより（請求項3、8）、個々の部品配置や設計要求仕様に依じて配線基本関数の選択・組合せを行なうだけで、専用の配線プログラムを容易に生成できる効果もある。またさらに、配線手法の選択時に、配線制御言語（配線対象情報、配線場所情報、配線条件情報、配線順序情報）を指定して配線処理手順を指定することにより（請求項4、5、9、10）、配線が特に困難で配線基本関数の選択・組合せだけでは自動配線を行なえないような領域に対しても、最適な配線プログラムを生成できる効果もある。

【0140】また、本発明の配置プログラム生成方法及びその装置によれば、所定の設計データおよび配置対象領域に応じて配置制御情報により部品配置処理手順を指定することで、配置対象の各種配置問題毎に、その配置問題に対応した部品配置処理手順を記述する専用の配置プログラムが生成されるので（請求項11、13）、各配置プログラムに基づいて自動配置を行なうことにより、高密度実装化、低コスト化から設定される厳しい設計条件下においても人手に頼ることなく自動配置の最適な解を確実かつ高速に見出せる効果がある。

【0141】このとき、配線制御言語（配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報、グループ配置順序情報）を指定して部品配置処理手順を指定することにより（請求項12、14）、配置対象毎に常に最適な配線プログラムを生成できる効果もある。一方、本発明の自動配線方法及びその装置によれば、隣接する部品ピン間を結んだ直線が弦として定義され、その弦の位置情報が部品ピンの位置情報に基づいて作成され、このような弦を対象に迷路法による配線制御を行なうことで配線パタンの配線ルートを決定することができるので、短時間で配線パタンの配線ルートを決定することができ、一定時間内の探索件数が大幅に増加し、極めて高密度の自動配線を実現できる効果がある（請求項15、21）。

【0142】また、迷路法配線用の波を隣接する弦の間で伝搬させる際には、当該弦をなす部品ピン間の容量に基づいて配線パタンの通過の可否を判定することにより、部品ピン間に、配線不可能な数の配線ボタンが通過するのを防止できるほか、その通過可否の判定を極めて短時間に行なえ、自動配線のさらなる高密度化に寄与しうる効果が得られる（請求項16、22）。

【0143】この場合、今回の波の伝搬により弦上を通過させる配線パタンの線幅と今回までに当該弦上の通過を許可した配線パタンの線幅との総合計幅を算出し、その総合計幅と弦の長さとを比較するだけで、配線パタンの通過の可否を判定でき、配線パタンの通過可否判定が簡略化され、配線ルートの探索時間の短縮化に大きく寄与する（請求項17、23）。

【0144】さらに、弦上を複数の配線ボタンが通過する場合、各配線パタンの当該弦上の通過位置を、当該弦上の相対的位置として記憶することで、既に通過を許容している配線パタンの位置を弦上の相対的位置として扱うことができるので、部品ピン間に新たな配線パタンの通過を許容する場合等に、既存の配線パタンの位置の移動を容易に行なえ、新たな配線パタンの挿入を容易に行なうことができ、配線ルートの探索を極めて短時間で行なうことができる（請求項18、24）。

10 【0145】また、隣接する弦上を少なくとも2つの配線ボタンが通過する場合、隣接する弦上での各配線パタンの相対的位置に基づいて、複雑な演算等を一切行なうことなく、配線パタンの交差を容易に判定できるほか（請求項19、25）、迷路配線処理が行なわれている途中段階で、新たな配線ルートの通過が決定された時点では、その配線ルートの通過位置を、既存の配線ルートに対する相対的位置として記憶して新たな配線ルートの追加登録を行なうだけでよく、配線板上における配線ルートを全て決定した最終段階で、弦上を通過する配線ボタンを自動的に部品ピン間で均等に配線してその絶対的な位置を算出・決定することにより、配線ルートの探索時間をさらに短縮化することができる（請求項20、26）。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の原理説明図である。

【図2】第2の発明の原理ブロック図である。

【図3】第3の発明の原理説明図である。

【図4】第4の発明の原理ブロック図である。

【図5】第5の発明の原理説明図である。

30 【図6】第6の発明の原理ブロック図である。

【図7】本発明の第1実施例における配線プログラム生成装置を示すブロック図である。

【図8】第1実施例の動作を説明するためのフローチャートである。

【図9】第1実施例の動作を説明するためのフローチャートである。

【図10】第1実施例における配線対象情報（Who）、配線場所情報（Where）、配線条件情報（How）の指定例を示す図である。

40 【図11】第1実施例における配線対象情報（Who）、配線場所情報（Where）、配線条件情報（How）の指定例を示す図である。

【図12】第1実施例における配線対象情報（Who）、配線場所情報（Where）、配線条件情報（How）の指定例を示す図である。

【図13】第1実施例による配線プログラム生成動作を説明するための図である。

【図14】第1実施例における自動配線プログラムの実行形式生成手段を説明するためのブロック図である。

50 【図15】第1実施例における自動配線プログラムの実

行形式生成手段を詳細に説明するためのブロック図である。

【図 16】第 1 実施例における自動配線プログラムの実行形式生成手段の変形例を説明するためのブロック図である。

【図 17】第 1 実施例における自動配線プログラムの実行形式生成手段の変形例を詳細に説明するためのブロック図である。

【図 18】第 1 実施例における自動配線プログラムの実行形式生成手段の他の変形例を説明するためのブロック図である。

【図 19】第 1 実施例における自動配線プログラムの実行形式生成手段のさらに他の変形例を説明するためのブロック図である。

【図 20】(a) ~ (d) はそれぞれ第 1 実施例における 4 種類の自動配線プログラムの実行形式生成手段を各手段の相違が明確になるように各手段の基本的な処理手順を示す図である。

【図 21】本発明の第 1 実施例における配置プログラム生成装置を示すブロック図である。

【図 22】第 1 実施例における配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報の指定例を示す図である。

【図 23】第 1 実施例における配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報の指定例を示す図である。

【図 24】第 1 実施例における配置対象部品グループ化情報、配置領域指定情報、配置条件情報の指定例を示す図である。

【図 25】第 1 実施例による配置プログラム生成動作を説明するための図である。

【図 26】本発明の第 2 実施例としての自動配線装置を示すブロック図である。

【図 27】第 2 実施例の動作を説明するための図である。

【図 28】(a), (b) は第 2 実施例の動作を説明するための図である。

【図 29】第 2 実施例の動作を説明するための図である。

【図 30】第 2 実施例の動作を説明するための図である。

【図 31】第 2 実施例の動作を説明するための図である。

【図 32】(a), (b) は第 2 実施例の動作を説明するための図である。

【図 33】一般的な自動配線技術を説明するための図である。

【図 34】一般的な自動配置技術を説明するための図である。

【図 35】一般的なラインサーチ法を説明するための図

である。

【図 36】メッシュを用いた一般的な迷路法を説明するための図である。

【符号の説明】

1 配線プログラム生成装置

2 配線性評価手段

3 表示手段

4 選択手段

5 A ~ 5 Z 配置対象

6 A ~ 6 Z 配置プログラム

7 配置プログラム生成装置

8 指定手段

10 A ~ 10 Z 配線対象

11 A ~ 11 Z 配線プログラム

12 配線板

13 部品ピン

13 A 始点 (部品ピン)

13 B 終点 (部品ピン)

14 弦

20 15 配線ルート

20 自動配線装置

21 弦情報作成手段

22 迷路配線制御手段

31 配線プログラム生成装置

32 配線性評価部

33, 33 A 表示部

34 選択部

35, 35 A 指定部

36, 36 A 記憶部

37 配置プログラム生成装置

38 A ~ 38 Z 部品配置処理手順 (アルゴリズム)

39 A ~ 39 Z 自動配置プログラム

40 A ~ 40 Z プリント配線板 (配線対象, 配置対象)

41 A ~ 41 Z 自動配線プログラム

42 A ~ 42 Z 配線処理手順 (アルゴリズム)

43 テイラー・メイド・ルータ

44 サブプログラム

45 言語解釈部

46 配線制御実行部

47 データ設定部

48 配線基本関数読出部

49 配線実行部

50 データ書込部

51 言語変換プログラム

52 記憶部

53 テイラー・メイド・ルータ

54 C コンパイラ/リンケージ部

55 サブライブラリ

56 テイラー・メイド・ルータ

* 66B 比較部
 66C 判定部
 67 交差判定部
 68 通行データ挿入部
 70 プリント配線板
 71 部品ピン
 71A 始点(部品ピン)
 71B 終点(部品ピン)
 72 弦
 73, 74 配線ルート

【図4】

配置加力人生成装置

8—指定手段

42A~42Z

—: 設計者作成
=: CAD 提供部門

41A~41Z

43

44

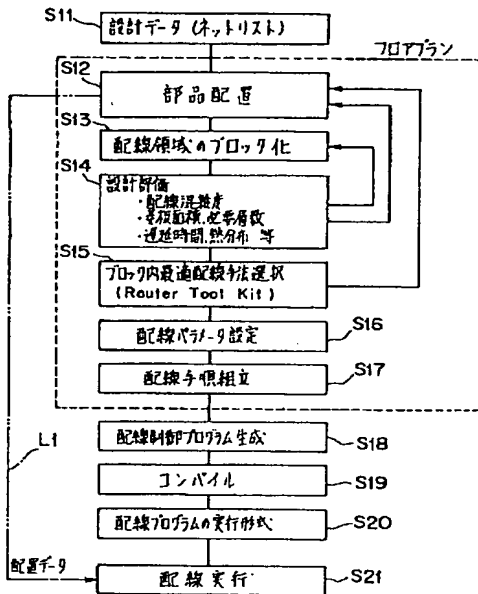
配線制御言語

Program Tailor Made Router

Sub-PGM 配線基本図表

【図 8】

第 1 実施例の動作を説明するためのフローチャート



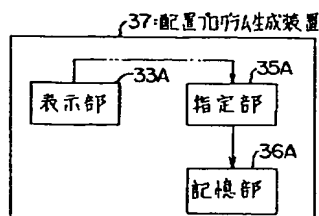
【図 10】

第 1 実施例における配線対象情報(Who), 配線場所情報(Where), 配線条件情報(How) の指定例を示す図

Who 1 (ワロツ系)	Where 1 (表面層)	How 1 (迂回長 = 0 寸)
		How 2 (迂回長 ≤ 10 寸)
		How 3 (迂回長 > 10 寸)
	Where 2 (内層)	How 1 (迂回長 = 0 寸)
		How 2 (迂回長 ≤ 10 寸)
		How 3 (迂回長 > 10 寸)
Who 2 (一般信号系)		

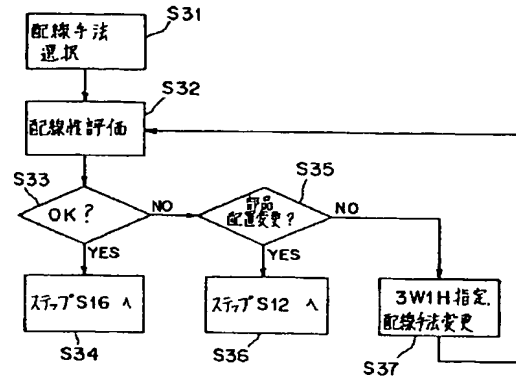
【図 21】

本発明の第 1 実施例における配置プログラム生成装置を示すブロック図



【図 9】

第 1 実施例の動作を説明するためのフローチャート



【図 11】

第 1 実施例における配線対象情報(Who), 配線場所情報(Where), 配線条件情報(How) の指定例を示す図

How 1 (迂回長 = 0 寸)	Who 1 (ワロツ系)	Where 1 (表面層)
		Where 2 (内層)
	Who 2 (一般信号系)	Where 1 (表面層)
	Who 1 (ワロツ系)	Where 2 (内層)
		Where 1 (表面層)
How 2 (迂回長 ≤ 10 寸)		

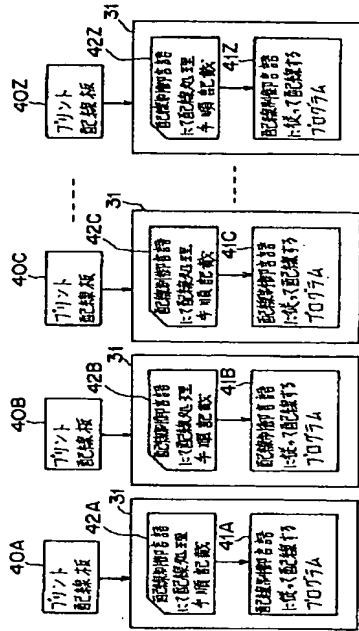
【図 12】

第 1 実施例における配線対象情報(Who), 配線場所情報(Where), 配線条件情報(How) の指定例を示す図

Where 1 (表面層)	How 1 (迂回長 = 0 寸)	Who 1 (ワロツ系)
		Who 2 (一般信号系)
	How 2 (迂回長 ≤ 10 寸)	Who 1 (ワロツ系)
		Who 2 (一般信号系)
	How 3 (迂回長 > 10 寸)	Who 1 (ワロツ系)

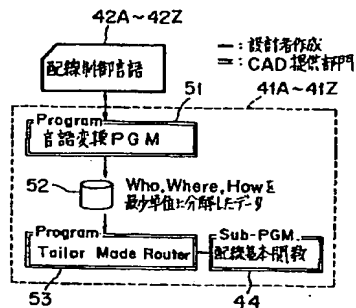
【図13】

第1実施例による配線プログラム生成動作を説明するための図



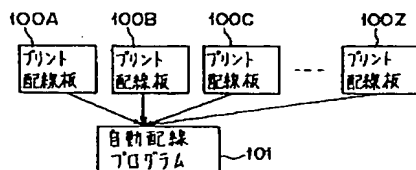
【図16】

第1実施例における自動配線プログラムの実行形式生成手段の変形例を説明するためのブロック図



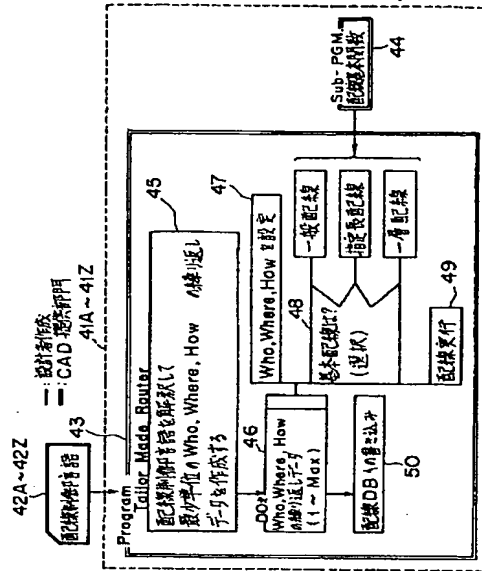
【図33】

一般的な自動配線技術を説明するための図



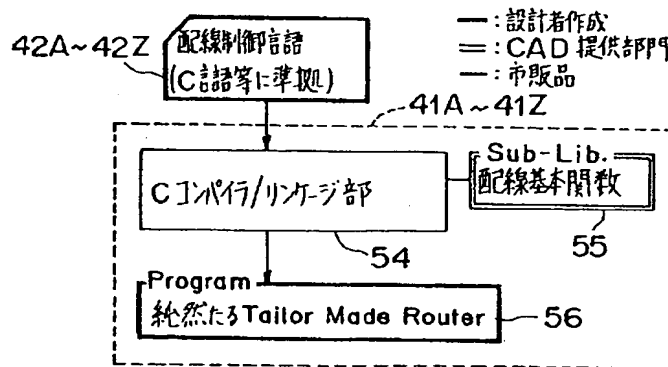
【図15】

第1実施例における自動配線プログラムの実行形式生成手段の詳細に説明するためのブロック図



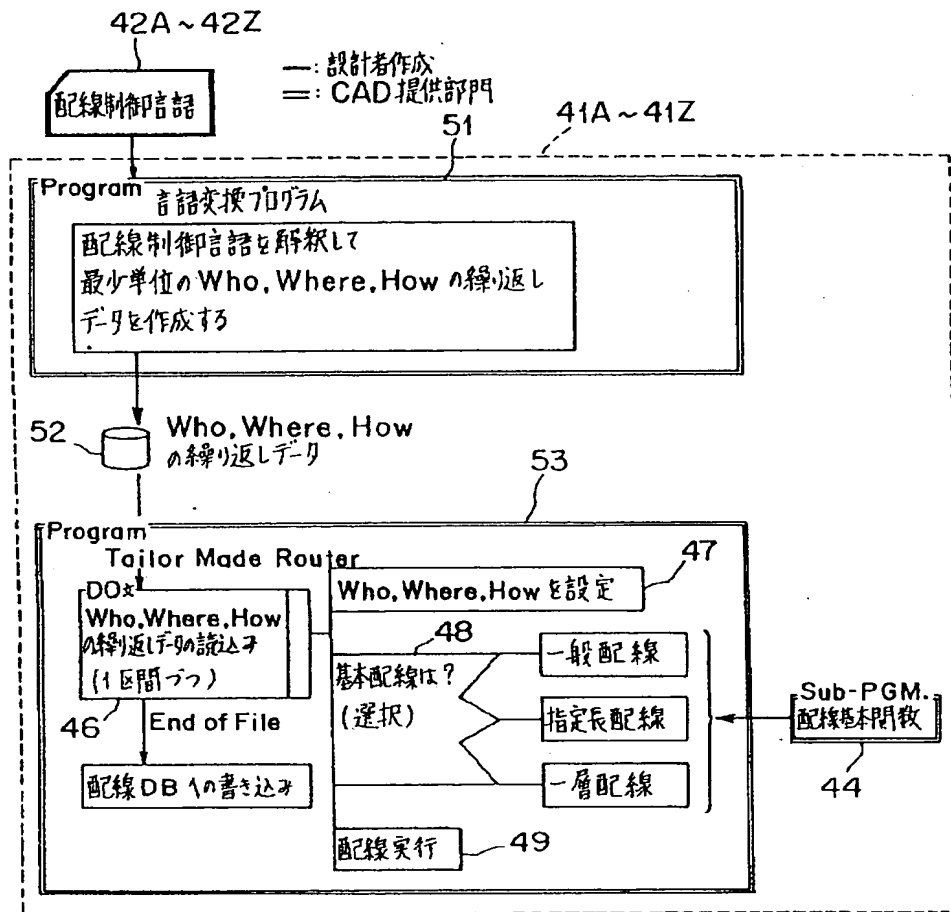
【図18】

第1実施例における自動配線プログラムの実行形式生成手段の他の変形例を説明するためのブロック図



【図 17】

第 1 実施例における自動配線プログラムの実行形式生成手段の変形例を
詳細に説明するためのブロック図



【図 22】

第 1 実施例における配置対象部品グループ化情報、配置領域
指定情報、配置条件情報の指定例を示す図

グループ化するもの	どの領域に	配置条件
コネクター部品を	基板の表面に	部品外形が大きいものから配置
	基板の裏面に	部品外形が大きいものから配置
一般部品を		

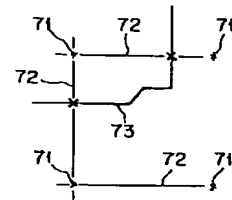
【図 23】

第 1 実施例における配置対象部品グループ化情報、配置領域
指定情報、配置条件情報の指定例を示す図

配置条件	グループ化するもの	どの領域に
ピン数が多いものから配置	コネクター部品を	基板の表面に 基板の裏面に
基板の表面から配置	電源ネットを持つ 部品を	基板配置 領域内に

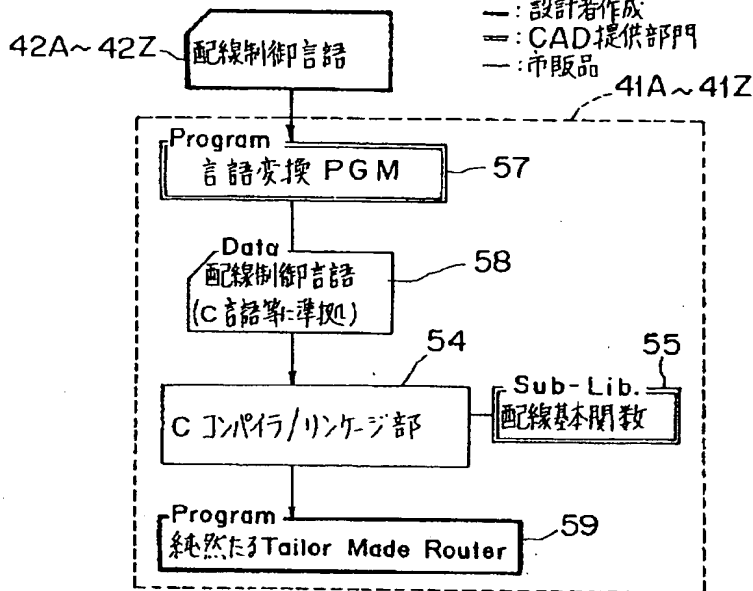
【図 31】

第 2 実施例の動作を説明するための図



【図19】

第1実施例における自動配線プログラムの実行形式生成手段のさらに他の変形例を説明するためのブロック図



【図24】

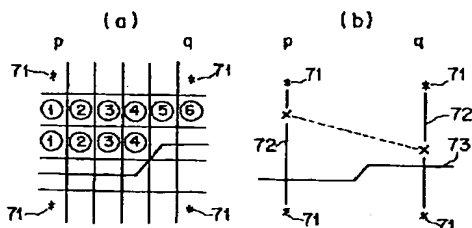
【図25】

第1実施例における配置対象部品別への情報、配置領域指定情報、配置条件情報の指定例を示す図

どの領域に	別へ配られるもの	配置条件
基板の表面に	コネクター部品を	ピン数の多いものから配置
	コンデンサ部品を	
	電源ネジを持つ部品を	部品外形の大きいものから配置

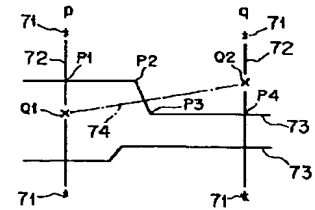
【図28】

第2実施例の動作を説明するための図

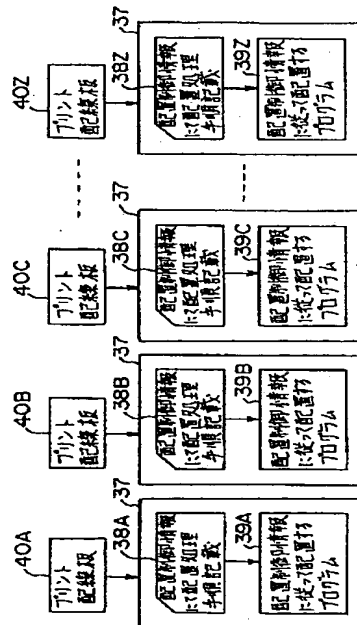


【図30】

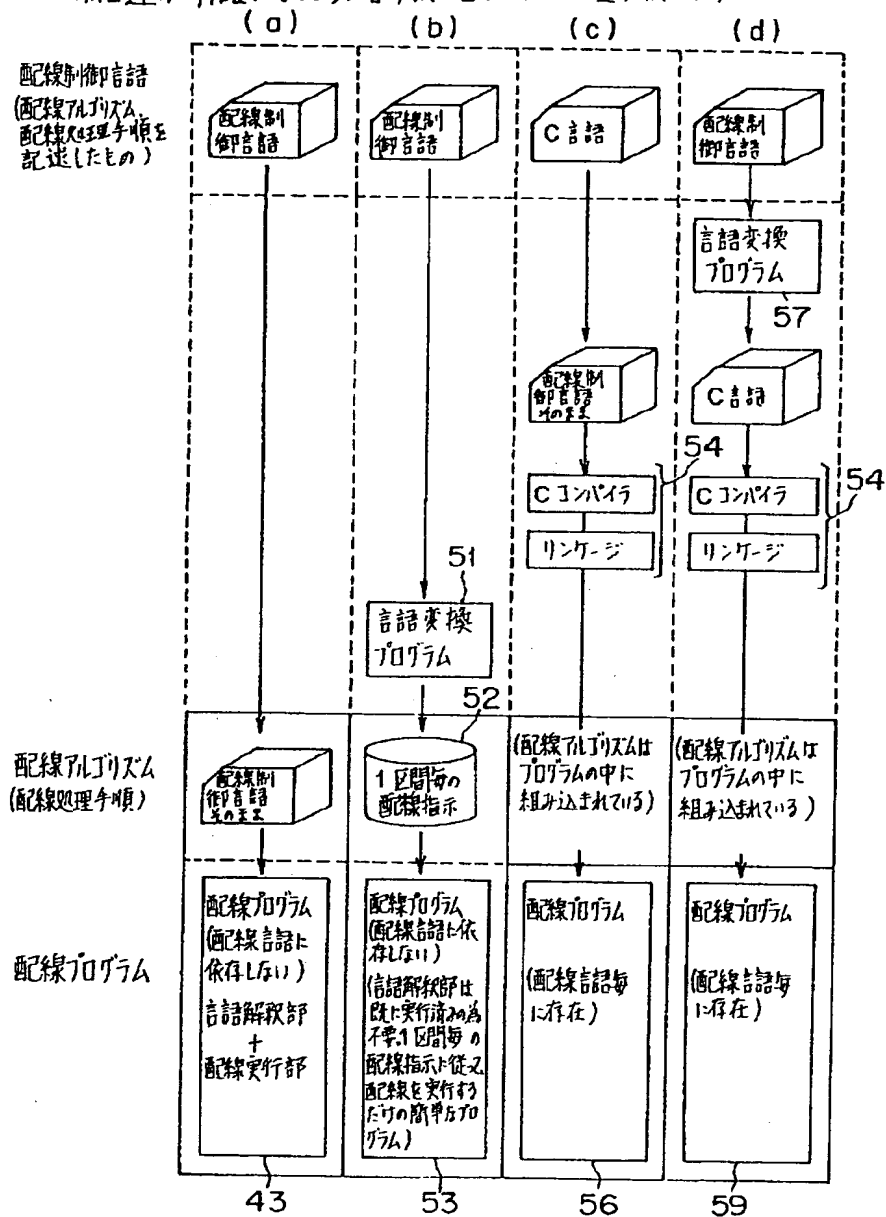
第2実施例の動作を説明するための図



第1実施例による配置プログラム生成動作を説明するための図

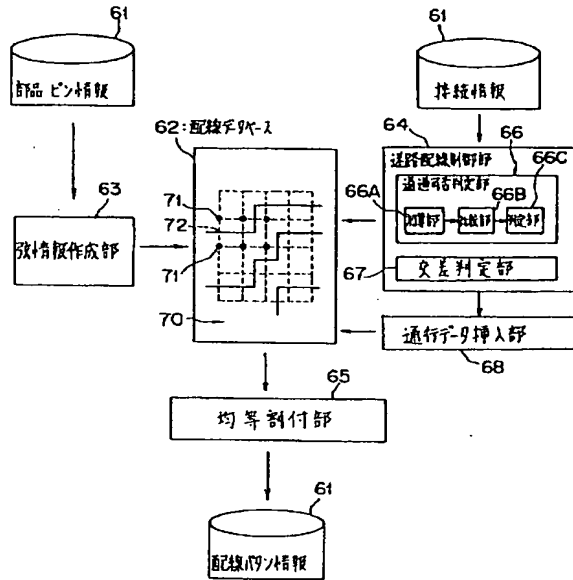


第1実施例における4種類の自動配線プログラムの実行形式生成手段と各手段の相違が明確になるように各手段の基本的な処理手順を示す図



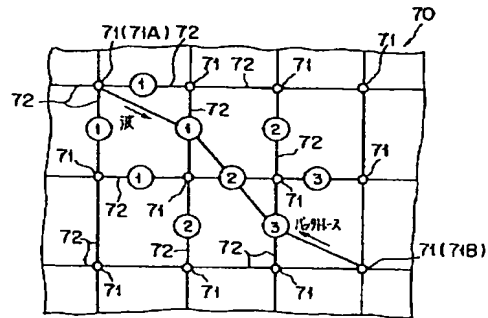
【図 26】

本発明の第2実施例としての自動配線装置を示すブロック図



【図 27】

第2実施例の動作を説明するための図

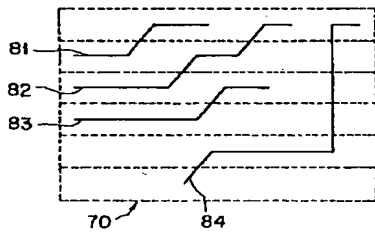


【図 32】

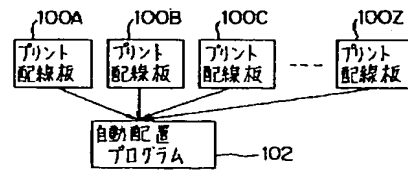
【図 34】

第2実施例の動作を説明するための図

(a)



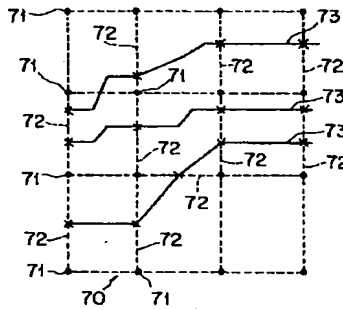
一般的な自動配置技術を説明するための図



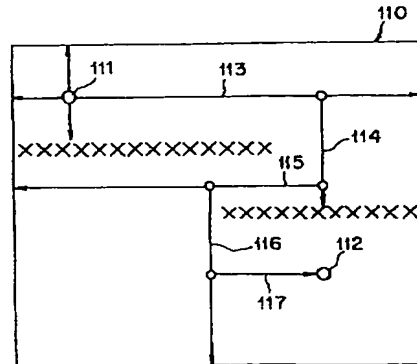
【図 35】

【図 36】

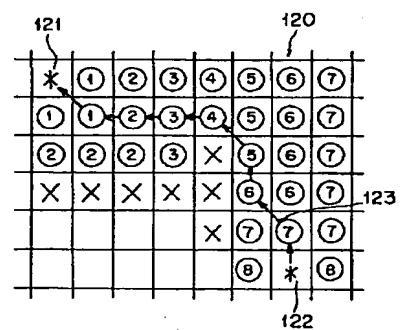
(b)



一般的なラインサーチ法を説明するための図



メッシュを用いた一般的な経路法を説明するための図



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
			H 0 1 L 21/88	Z
(72)発明者	岩原 和史		(72)発明者	浜村 博史
	神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地			神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
	富士通株式会社内			富士通株式会社内
(72)発明者	岡野 光伸		(72)発明者	村上 直樹
	神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地			神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
	富士通株式会社内			富士通株式会社内
(72)発明者	折原 広幸		(72)発明者	安田 満
	神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地			神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
	富士通株式会社内			富士通株式会社内
(72)発明者	勝又 章		(72)発明者	山下 裕寛
	神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地			神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
	富士通株式会社内			富士通株式会社内
(72)発明者	坂田 寿康		(72)発明者	山田 亮二
	神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地			神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
	富士通株式会社内			富士通株式会社内
(72)発明者	西村 正治		(72)発明者	山根 敦
	神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地			神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
	富士通株式会社内			富士通株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.